مختصر العلوم الهندسية

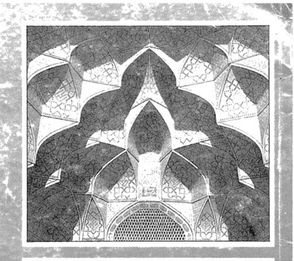
الجزء التاسع

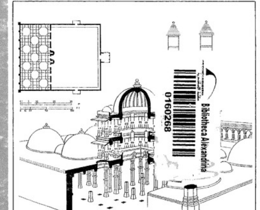
تطور المنشآت الخشبية وتفاصيل الوصلات

إعداد المهندس المعمار

عماد تنبكجي

دار دمشق





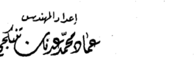


مختصر العلوم الهندسية

الجزء التاسع

تطور المنشآت الخشبية وتفاصيل الوصلات

- لمحة تاريخية عن تطور المنشآت الخشبية
- أنواع وصلات ربط قطع المنشآت الخشبية
- تفاصيل الوصلات المتاحة





الطبعة الاولى

١٩٨٨

سلسلة : مختصر العلوم الهندسية (٩)

الكتاب : تطوُّر المنشآت الخشبيّة وتفاصيل الوصلات

اعداد : المهندس عماد عدنان تتبكجي

الطابع : مطبعة الشام

عدد الطبع : ٢٠٠٠ نسخة

الناشر : دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع

دمشق ـ سوريا : شارع بور سعيد هاتف : ٢١١٠٢٢ ـ ٢١١٠٤٨ ص.ب

٥٣٧٢ تلكس ٤١٢٥٣٨ زينه

● المقدِّمة :

إنّ مجموعة الأبحاث ، التي تناولها الجزء هذا ، هي أبحاث عظيمة الأهميّة ، وتحوي من التفاصيل ما لا نجده في بقيّة الإنشاءات المشادة من مواد أخرى . هناك سببان لذلك ، الأوّل : أنّ الخشب من أكبر مواد الإنشاء شيوعاً ، وأكثرها تنوُّعاً ، إذ منها نستطيع إنشاء وإنجاز العديد من الأشكال الإنشائيّة ، وبها نستطيع تأدية أكثر من غرض ، معماري كان أم إنشائي ، وثانيها : أنّه على الرغم من إمكانيّة استخدامها بنجاح ، في إنشاء أبنية ضخمة ، ذات طراز خاص ، فإنّها تعدُّ المادّة الأنسب والأصلح ، إن كان المراد إشادة منشآت تليق بالأُسَر ، أو كانت تلك المنشآت بطبيعتها ، منشآت بسيطة ، وذات أبعاد معتدلة .

يمكن للمعماري أن يجد نفسه ، كفؤاً لمعالجة أمثال تلك المنشآت لبساطتها ، فيعمد إلى تصميم وتفصيل عناصر المنشآت هذه وأشكالها ، دون أن يكون مضطّراً ، لاستدعاء مهندس إنشائي مختص . ونحن بدورنا ، سنقدِّم العديد من التفاصيل ، والخطوات التوجيهيّة ، والجداول التوضيحيّة ، لكي يستطيع المعماري ، تنفيذ منشآته الخشبيّة ، وهو على يقين من دقّتها .

يناقش الفصل الأوّل ، وبشكل موجز ، تطوُّر مادّة الخشب كمادّة إنشائيّة ، منذ فجر التاريخ وحتّى أيّامنا هذه . يبحث الفصل الثاني ، في أنواع الوصلات ، والطرُق المتّبعة في ربط ووصل القطع الخشبيّة بعضها ببعض .

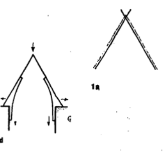
كان الفصل الثالث استكمالاً للبحث ، حيث تمّ من خلاله ، التعرُّف على تفاصيل الوصلات المتاحة ، المستخدمة في ربط قطع وعناصر المنشأة الخشبيّة ، بعضها ببعض .

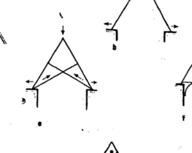
الفصل الأول

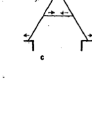
لمحة تاريخية عن تطوّر المنشآت الخشبية

● **المقدِّمة :**

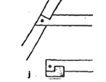
نقدِّم من خلال الفصل هذا ، فكرة موجزة عن تطوُّر استخدامات الخشب ، كمادّة من مواد الإنشاء ، كما نشير إلى مكانة المادّة هذه ، في عالم اليوم ، وهو زمن انتشرت فيه العديد من مواد الإنشاء .











● لمحة تاريخيّة :

1.01- : تمتد قصّة تطوُّر الخشب ، كمادّة إنشائيّة ، موغلة في التاريخ البشري ، إذ تعود استخداماته كمادّة من مواد الإنشاء ، إلى آلاف السنين . لقد كانت الإستخدامات الأولى لمادّة الخشب هذه ، البذرة الأولى ، التي منها كوّن إنسان ما قبل التاريخ ، الأفكار الإنشائية الأولى ، إذ من الأغصان وجذوع الأشجار ، تكوّنت الجسور والروافد بمختلف أشكالها . على أيِّ حال ، لم تصل المنشآت الخشبيّة ، إلى الدرجة التي هي عليها الآن من التطوُّر ، إلاّ بعد أن تواجدت ثلاثة متطلّبات أساسيّة ، سارت في تطوُّرها منفصلة ، وإن كانت الروابط التي تربط بينها ، في مجال تطوير المنشآت الخشبيّة ، عميقة الجذور وهي :

١ ـ تواجد وتطوُّر آلات تعمل على تقطيع ، قولبة ، وتشكيل القطع الخشبيّة .

٢ ـ استنباط أساليب وصل جديدة ، يتم من خلالها ، وصل القطع الخشبيّة بعضها ببعض .

٣ ـ ابتكار مفاهيم متقدِّمة للتشكيل الإنشائي ، من مراميها ، إحاطة الفراغ ، تشكيل الجسور ، وغيرها من المرامي الأخرى .

1.02- : حالما توصّلنا إلى أساليب متقدِّمة ، تساعدنا في قطع وفلق الخشب ، وكان ذلك على الأرجح ؛ في أوائل العصر الحجري ، حيث تواجدت أدوات مساعدة ، كالقطع الصوّانية والفؤوس الحجريّة ؛ ومجالات التطوُّر تشهد تصاعداً مستمرّاً . بهذه الأدوات ، أمكن تصنيع الوصلات الخشبيّة ، متيحة بذلك المجال ، لتصنيع روابط متنوِّعة الأشكال ، متناسبة ومسارات نقل الحمولة ، ممّا جعل العنصر بشكله النهائي ، محقِّقاً لمتطلّبات التلقي السليم والصحيح للحمولات المفروضة ، كما أمكن من خلال التشكيلات الجديدة ، التوصُّل إلى منشآت أكثر ذوقاً وأناقة . إنّ احتياجات التطوُّر ، وما تطلّبته الوسائل الجديدة ، من فراغات عالية ، ومفاهيم إنشائيّة حديثة ، كلُّ ذلك أدّى إلى تغذية الرغبة في التقدُّم ، في مجال ابتكار أدوات جديدة ، وإيجاد تقنيّات تنفيذيّة أكثر ملاءمة .

هذا ، وبسبب كون مادّة الخشب ، على مدار التاريخ ، من المواد المستعصية على الفهم ، لما يلحق بها من تغيّرات متعدِّدة ، إن هي تعرّضت لحمولة ما ؛ فهي من المواد محدودة التطوُّر ، حتى أنّ الإبتكارات والإبداعات الأساسيّة ، في أيّامنا هذه ، والتي كان همُّها تطوير تقنيّة استخدام الأخشاب ، لم تتعدّى كونها خطوات يسيرة ، في طريق التطوُّر ، إذا ما قورنت بالتطوُّرات التي أصابت ، العديد من مواد الإنشاء الأخرى .

1.03- : على الرغم من تضافر الجهود الداعية ، إلى تطوير أدوات قطع وتشذيب الأخشاب ، وعلى الرغم من رواج المحلاّت المتخصِّصة بهذه الأمور ، واستنباط أدوات ميكانيكيّة جديدة ، من مراميها الوصول إلى أخشاب ذات أطراف مقتطعة ، بما يتناسب والوصلة المطلوبة ؛ على الرغم من كلِّ ذلك ، يبقى الإنجاز الرئيسي ، هو استنباط وسائل فيزيائيّة ، تعنى بفصل الألياف الخشبيّة الطوليّة ، عن تلك المستعرضة .

1.04- : اتّسمت التشكيلات الإنشائيّة بالتطوُّر التدريجي ، وما كانت الخطوة تستكمل ، إلاّ ضمن إطار الوسائل المتاحة ، متظاهرة على شكل معالجات تستهدف إيجاد طرق للربط أكثر إحكاماً . ومع مرور الوقت ، اكتشفت قدرة القطع المعدنيّة ، على ربط القطع الخشبيّة ، مما أتاح استعارة التشكيلات الإنشائيّة ، المشادة من مواد أخرى ، فكان القوس مثلاً ، الشكل المقتبس من المنشآت الحجريّة .

لقد شهد القرن التاسع عشر ، الإنطلاقة الحقيقيّة لمادّة الخشب ، كواحدة من مواد الإنشاء الرئيسيّة ، كما كانت المنشآت الهيكليّة ، المشادة من تآلف مادتي الخشب والحديد ، من أكثر المنشآت رواجاً وتطوُّراً . هذا ، ولقد أوصلت الإبتكارات الحديثة ، والتحسينات التي طرأت على تقنيّة إنتاج الأخشاب ، المنشآت الخشبيّة ، المشادة في أيّامنا هذه ، إلى درجة عالية من المتانة ، كما أدّت إلى انتاج منشآت غاية في الذوق والجمال ، إذ بها أمكن تطوير وتحسين الصفائح الخشبيّة المغرّاة ، وإيجاد الوسائل الفعّالة ، لربط ومعالجة وحفظ القطع والعناصر الخشبيّة . لقد أتاحت التطوُّرات المتتابعة ، الوصول إلى مفاهيم إنشائيّة جديدة ، مستهلّين بذلك عصراً ، يعنى بهندسة المنشآت الخشبيّة .

-1.05 : سنتناول في الفقرة اللاحقة ، المراحل التاريخيّة التي مرّ بها المنزل الخشبي ، إذ كان لا بدّ لنا ، لإيضاح العلاقة ما بين التشكيلات الإنشائيّة ، وبين الوسائل التقنيّة المتاحة ، من تناول الأطوار التي مرّ بها المنزل الخشبي ، ومن تحليل التطوُّرات التي انتابت عناصره ومكوِّناته الأساسيّة .

هذا ، وسنتناول فيما تبقّى من هذه الفقرة ، المراحل التاريخيّة التي مرّت بها منشآت خشبيّة محدّدة الوظائف .

* السكن :

-1.06 : إنّ أخشاب الأشجار المنتشرة في المساحات الحراجيّة ، هنا وهناك ، كانت مادّة الإنشاء الرئيسيّة ، إن لم نقل الوحيدة ، المستخدمة في إنشاء المنازل البسيطة ، طوال الفترة الواقعة ، ما بين العصر الحجري ، والقرن الثامن عشر . وما زال الخشب في مناطق أخرى ، كالولايات المتّحدة واليابان ، واحداً من أهم مواد إنشاء المنازل الفرديّة . تاريخيّاً كان التطوُّر ، تطوُّراً هزيلاً ، فالمنازل لوقت طويل ، لم تتعدّى كونها أكواخاً ، تبنى للسكنى والإستقرار ، ولم تتحوّل إلى منشآت ضخمة ، وذات تشكيلات مترابطة ، إلّا خلال الفترة المحصورة ما بين العصور الوسطى ، وبداية القرن السابع عشر . إذ بدأت تظهر ، خلال هذه الفترة ، الروابط الخفيفة ، المثبّتة لمقاطع بسيطة ، مصنّعة من الخشب المشذّب . ولم توضع هذه القطع ، موضع الإستثمار العقلاني ، إلّا في بداية القرن التاسع عشر ، حيث وجدت أوّلاً الهياكل المنزليّة ، المسبّقة (Balloon Framing) ، ومؤخراً الهياكل المنزليّة المسبّقة : (Platfon Framing) . هذا من جهة ، ومن جهة أخرى ، مكّننا التطوُّر في استخدام ألواح اللاتيه في الكسوة الخارجيّة ، من الإنتقال من منشآت هيكليّة مغلّفة ، إلى منشأة بانوهيّة ، ذات بشرة مجهّدة ، ممّا أوصلنا ، خاصّة في السنوات الأخيرة ، إلى منازل مقسّمة إلى وحدات متماثلة ، بأبعاد ثلاثة ، مهيّأة بشكل يمكن معه إنتاجها مسبقاً ، وبشكل كامل ، ضمن مصانع متخصّصة .

* منشأة السطح :

1.07- : انتشر في أوروبا ، نمطين من أنماط الأسطح المائلة ، وهي منشآت متميِّزة ، من حيث مفاهيم المتانة ، وكذلك من حيث مظهرها وأشكالها الخارجيّة . تطوّرت هذه الطرز ، في البداية بشكل مستقل ، ثمّ أخذت تؤثّر فيها ، بعضاً من مفاهيم الأشكال والطرز الأخرى .

يعدُّ السطح ذي الروافد ، سليل الكوخ البدائي ذي الأوتاد ، وهو طراز انتشر وتطوّر ، في شمال غربي أوروبا ، وفي انكلترا بشكل خاص . اشتقّت الأسطح ذات الروافد الممتدة ، والمتّصفة بذروة خفيفة ، من العمارة الرومانيّة ـ الإغريقيّة ، حيث زخرفت بزخارف انتشرت آنذاك ، على طول حوض البحر الأبيض المتوسِّط . في أواخر العصور الوسطى ، صمِّمت هياكل سقفيّة ، ذات وصلات مقتطعة ، الهدف منها ، نقل كافّة أشكال الإجهادات ، إلى أن تصل ذروة السقف . لقد كانت إسهامات عصر النهضة ، في تصميم وإنشاء الأسقف ؛ قليلة نسبيّاً ، واقتصرت على إضفاء التحسينات الجماليّة ، للأسقف ذات الإنشاء التقليدي . في أواخر القرن السادس عشر ، وبدايات القرن السابع عشر ، قامت في فرنسا ، محاولات لاستخدام الصفائح الخشبيّة الشاقوليّة ، المقتطعة بما يتلاءم وأشكال الأقواس ، بغية تغطية المجازات الواسعة ، والعمل على زيادة أطوال الألواح الخشبيّة . أمّا الصفائح الخشبيّة الأفقيّة ، والأقواس المثبتّة بخوابير خشبيّة ، فلم توضع موضع الإستثمار ، إلاّ في بداية القرن التاسع عشر ، وكان ذلك في ألمانيا ، فرنسا وفي إنكلترا . كذلك اكتشفت الصفائح المغرّاة في وقت مبكّر ، إلاّ أنّها لم تكتسب متانتها الكافية ، ولم تدخل تشيكلاتها بوفرة في مجالات الإنشاء ، إلى أن اكتشف الكازين والمركّبات الراتنجيّة الأخرى ، ذات القدرة الكبيرة على لصق القطع الخشبيّة ، بعضها ببعض ، وكان ذلك في مطلع القرن العشرين . إنّ تصاميم الأسقف القشريّة المشادة من الخشب ، وكذلك البنى الخشبيّة ذات الطبقات المتعدِّدة ، والمشكّلة من ألواح خشبيّة مستوية ، أو تلك المشكّلة لأسقف ذات صفائح طي ، المصنّعة غالباً من ألواح اللاتيه ، كلُّ تلك المنشآت ، تعدُّ منشآت حديثة نسبياً ، ويرجع الفضل في الوصول إليها ، إلى التطوُّر الذي انتاب عمليّة تصنيع قوالب صب بيتون القشريّات ،

وإلى التحسينات التي أدخلت إلى أخشاب اللاتيه ، خلال العقود الثلاثة الأخيرة ، محوِّلة إيّاها إلى مادّة إنشائيّة ، ذات خصائص مميّزة .

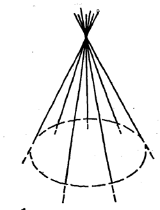
* الجسور :

1.08- : لقد تطوّرت الجسور من الشكل البسيط ، المؤلّف من جذع شجرة حامل ، إلى أن أصبحت على شكل شبكة من أخشاب اللاّتيه الخفيفة ، تنتج وتصنّع وتصقل سطوحها ، في معامل متخصِّصة . كما اتّخذ التطوُّر أشكالاً متعدِّدة أخرى ، منها ما كانت على شكل جسور مؤلّفة من شبكة من الألواح المتصالبة . على أيٍّ حال ، لقد وصلت الجسور إلى ما هي عليه من التطوُّر ، بعد أن مرّت بعدّة مراحل نذكر منها : ما كانت على شكل جمل إنشائيّة ، محمولة على مساند أو حوامل ، تركّب بغية إنقاص الفراغ الصافي غير المحمول ، ما كانت على شكل جمل إنشائيّة ، تعتمد الجسور الضخمة ، بغية جعلها أكثر كفؤاً لمقاومة قوى القص ، ولتحقيق ذلك تدمج أحياناً ، بجسور خشبيّة ، مؤلّفة من قطع خشبيّة طولانيّة ، مصفّحة بصفائح من الحديد أو الفولاذ ، كما استخدمت جسور شبكيّة ، مؤلّفة من صفائح خشبيّة مغرّاة . إنّ هذه التطوُّرات والتحسينات التدريجيّة ، لم تستمر ، وتوقّفت عند بداية عصر النهضة ، ومَردُّ ذلك كان تزايد العجز الحاصل في مادّة الخشب ، حيث أُدْرِكَت الدلالة الإنشائيّة ، للعناصر الموضوعة على حواف ضيِّقة ، واستخدمت عوضاً عن الوجوه الأكثر عرضاً . استخدمت بعدئذ ، الجمل الإنشائيّة الظفريّة ، وانتشرت استخدامات الجمل الإنشائيّة هذه ، في العصور الوسطى ، على أيد خبراء في الإنشاء والتصميم ، فكان منها المنازل متعدِّدة الطوابق ، متباينة الإمتدادات . هذا ، ولم يشرع في استخدام منشآت ذات ثنيات متقابلة ، تحصر بينها عدد من الفتحات ، إلاّ في بدايات القرن التاسع عشر ، حيث اشتقّت أمثال تلك الجمل ، من تجارب أجراها «Gerber» ، على جسور معدنيّة .

● عرض لمراحل تطوُّر المنزل الخشبي :

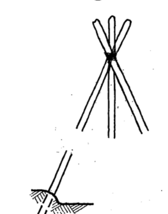
-2.01 : سنتناول في هذه الفقرة ، التطوُّر التاريخي للمنزل الخشبي .

-2.02 : يظهر الشكل (١ ـ ١) ، الشكل الخارجي للكوخ الدائري ، كما يظهر الشكل (٢ ـ ١) ، تفاصيل الوصلات السفلى والعليا للمنشأة هذه . أشيدت الأكواخ هذه ، من أغصان الأشجار ، المشكّلة على شكل



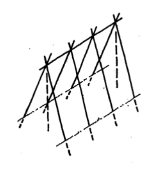
الشكل (١ ـ ١) : يظهر الشكل ، الشكل الخارجي للكوخ الدائري .

أوتاد مستدقّة الطرف . أتصّلت الأغصان كما نرى عند القمة ، بربطها بغصينات الصفصاف ، أو بشرائح رقيقة وضئيلة العرض ، مستخرجة من لحاء الأشجار ، أما أطرافها السفلى ، فتدفن ضمن التربة . لم يحتج مشيدوا هذه الأكواخ ، لأدوات خاصّة ، إذ استخدم لإنشائها ، أغصان تكسر باليد ، وتعالج بعدئذ بأدوات حادّة بسيطة .



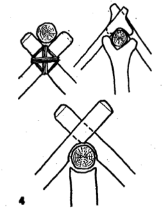
الشكل (٢ ـ ١) : يظهر الشكل ، تفاصيل الوصلات السفلى والعليا لمنشأة الكوخ الدائري .

2.03- : يظهر الشكـل (٣ ـ ١) ، الشكل الخارجي للكوخ ذو الصواري والذروة الممتدة ، كما يظهر الشكل (٤ ـ ١) ، تفصيلة الوصلات عند مسند الذروة . أشيدت الأكواخ هذه ، من أغصان الأشجار وجذوع بعض منها ، ذات المقاطع البسيطة . تربط الأغصان معاً ،



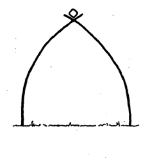
الشكل (٣ ـ ١) : يظهر الشكل ، الشكل الخارجي للكوخ ذو الصواري والذروة الممتدة .

وتعالج لتصبح بهيئة شعب ، تساعد على استناد عارضة الذروة ، أو تترك على حالها ، فيصبح استناد عارضة الذروة ، على نهايتي الغصنين ، استناداً بسيطاً . كما يمكن اختيار الأغصان ذات النهايات المتشعِّبة بعد تشذيبها . استخدمت لإنشاء الأكواخ هذه ، الفؤوس الحجريّة .

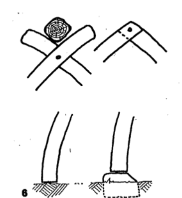


الشكل (٤ ـ ١) : يظهر الشكل ، تفصيلة الوصلات عند مسند الذروة .

2.04- : يظهر الشكل (٥ ـ ١) ، كوخاً على شكل قبّة ، كما يظهر الشكل (٦ ـ ١) ، تفصيلة الوصلات عند قمّة وأسفل الكوخ . أشيدت المنشآت هذه ، من جذوع أشجار ذات انحناءات طبيعيّة ، شطرت إلى نصفين . يلتقي نصفا الجذع عند القمّة بمسمار تثبيت ، أو يتلاقيا وفق وصلة تراكبيّة مسمّرة . أمّا في الأسفل ، فترتكز جذوع الأشجار على الأرض مباشرة ، على وسادات ، أو على شيناجات أرضيّة . استخدمت لإنشاء المنازل هذه ، المناشير المعدنيّة ، الفؤوس ، المثاقب ، والقدُّوم .

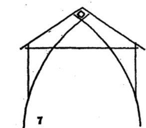


الشكل (٥ ـ ١) : يظهر الشكل ، كوخاً على شكل قبّة .

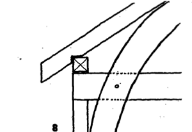


الشكل (٦ ـ ١) : يظهر الشكل ، تفصيلة الوصلات عند قمّة وأسفل الكوخ .

2.05- : يظهر الشكل (٧ - ١) ، كوخاً على شكل قبّة ، مزوّد برافدة محمولة على جسر رابط ، محمول بدوره على أعمدة . كما يظهر الشكل (٨ - ١) ، تفصيلة الرافدة المحمولة على جسر رابط ، والمشاد على شكل طوق حلقي ممتد . أشيدت المنشآت هذه من جذوع وأغصان ، انحناءاتها انحناءات طبيعيّة ، وجذوع أخرى مقاطعها مربّعة الشكل ، تستخدم لتشكيل العناصر الحاملة والمحمولة الأخرى . تشبّك العناصر ذات الإنحناءات المتقابلة بالمسامير أو وفق طريقة النقر واللسان . أمّا الرافدة فتعالج عند مساندها ، مشكّلة ما يعرف بمنقار الطير . استخدمت لإنشاء المنازل هذه ، مناشير معدنيّة ، فؤوس ، مثاقب ، وقدُّوم .

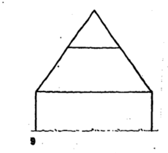


الشكل (٧ - ١) : يظهر الشكل ، كوخاً على شكل قبّة ، مزوّد برافدة محمولة على جسر رابط ، محمول بدوره على أعمدة .



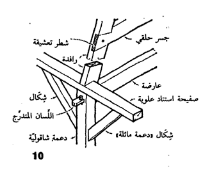
الشكل (٨ - ١) : يظهر الشكل ، تفصيلة الرافدة المحمولة على جسر رابط ، والمشاد على شكل طوق حلقي ممتد .

2.06- : يظهر الشكل (٩ ـ ١) ، منزلاً ذي سقف هيكلي محمول على جدران خارجيّة . كما يظهر الشكل (١٠ ـ ١) ، تفصيلة ارتباط العناصر بعضها ببعض ، كما تظهر عند نقطة اتصال الجدار بالسقف . أشيدت المنشآت هذه من قطع خشبيّة مشذّبة ، مقاطعها مربّعة الشكل .



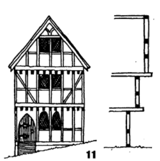
الشكل (٩ ـ ١) : يظهر الشكل ، منزلاً ذي سقف هيكلي ، محمول على جدران خارجيّة .

تثبّت جسور الربط إلى أعمدة المنشأة ، أو إلى الصفائح الجداريّة . تستكمل الوصلات هذه ، بطرق متعدّدة . تشطر الياقة وتعشّق إلى رافدة السطح . استخدمت لإنشاء المنازل هذه ، القدوم ، المناشير المعدنيّة ، الفؤوس والمثاقب .



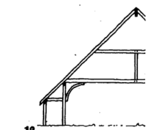
الشكل (١٠ ـ ١) : يظهر الشكل ، تفصيلة ارتباط العناصر بعضها ببعض ؛ كما تظهر عند نقطة اتصال الجدار بالسقف .

2.07- : يظهر الشكل (١١ ـ ١) ، منزلاً ريفياً متعدِّد الطوابق ، متفاوت البروزات . كما يظهر الشكل (١٢ ـ ١) ، رسماً تخطيطياً تظهر فيه البنية الهيكليّة لمبنى ضخم ، يمكن أن يوظَّف كقصر لسكنى النبلاء ، كمستودع للحبوب ، أو ككنيسة لأداء الصلوات .
أشيدت المنشآت هذه ، من قطع خشبيّة مشذّبة ، مقاطعها مربّعة الشكل . تثبّت جسور الربط إلى أعمدة المنشأة ، أو



الشكل (١١ ـ ١) : يظهر الشكل ، منزلاً ريفياً متعدِّد الطوابق ، متفاوت البروزات .

إلى الصفائح الجداريّة ، بينما تشاد الجدران ، من قطع خشبيّة إمّا متراصّة ، أو تترك بينها فراغات واسعة ، على أن تربط بألواح ، تعمل على تثبيت الدعامات الجداريّة ، في أماكنها المناسبة .
استخدمت لإشادة المنشآت هذه : القدوم ، المناشير المعدنيّة ، الفؤوس ، المثاقب اليدويّة .

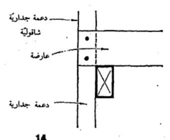


الشكل (١٢ ـ ١) : يظهر الشكل ، رسماً تخطيطيّاً تظهر فيه البنية الهيكليّة لمبنى ضخم ، يمكن أن يوظّف كقصر لسكنى النبلاء ، كمستودع للحبوب ، أو ككنيسة لأداء الصلوات .

2.08- : يظهر الشكل (١٣ ـ ١) ، الطراز المسمى «Ballon Framing» . كما يظهر الشكل (١٤ ـ ١) ، تفصيلة العوارض المسمّرة إلى الدعامات الجداريّة .
أشيدت المنشآت هذه من قطع خشبيّة ، تمّ نشرها وتشذيبها ، مقاطعها بسيطة وأطوالها كبيرة ؛ كما كسيت بألواح خشبيّة ، تمّ قشط وسحج سطوحها الخارجيّة . تسمّر الوصلات إلى الدعامات الجداريّة الشاقوليّة . تقتطع العناصر بأبعاد أصغريّة ، وتركّب الدعامات الجداريّة ، إلى جوار بعضها البعض ، بما يفي بمتطلّبات تثبيت الشرائح وألواح التكسية الخشبيّة . تطلى السطوح الداخليّة بطبقة من الجص . استخدمت لإشادة المنشآت هذه ، مناشير آليّة ، تستخدم لإنتاج عناصر خشبيّة ، ذات مقاطع بسيطة ، كما استخدمت أيضاً ، وعلى أرض الموقع ، المطارق والمناشير اليدويّة .



الشكل (١٣ ـ ١) : يظهر الشكل ، الطراز المسمّى - «BAlloon Framing» .

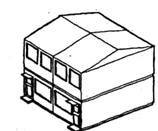


الشكل (١٤ ـ ١) : يظهر الشكل ، تفصيلة العوارض المسمّرة إلى الدعامات الجداريّة .

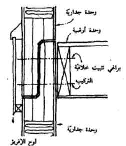
2.09- : يظهر الشكل (١٥ ـ ١) ، منزلاً مؤلّفاً من ألواح خشبيّة ، مجهدة السطوح . كما يظهر الشكل (١٦ ـ ١) ، تفصيلة اتصال أرضيّة المنشأة بجدرانها :

أشيدت المنشآت هذه ، من قطع خشبية ، مسحوجة السطوح مشذّبة الأطراف ، وذات مقاطع بسيطة . تغطّى البانوهات وسطوح المنشأة الخارجية بألواح اللاّتيه ، مستخدمين لذلك ، قطعاً هيكليّة خفيفة ، تلصق عليها ألواح اللاّتيه . تستكمل إجراءات العزل ، بتثبيت القطع الخشبية الرقيقة هذه ، عند الفواصل المتروكة ما بين البانوهات الخشبية . تشاد جدران ، أرضيّات وسطوح المنشأة هذه ، بأساليب مشابهة لما ذكر آنفاً .

استخدمت لإشادة المنشآت هذه ، المناشير الآلية الحديثة ، وآلات ضغط وكبس ألواح اللاّتيه ، وغيرها من التجهيزات المساعدة في تصنيع الألواح هذه ، في الورشات المتخصّصة .



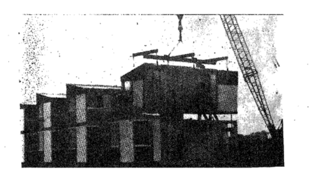
الشكل (١٥ ـ ١) : يظهر الشكل ، منزلاً مؤلّفاً من ألواح خشبيّة ، مُجْهَدة السطوح .



الشكل (١٦ ـ ١) : يظهر الشكل ، تفصيلة اتّصال أرضيّة المنشأة بجدرانها .

2.10- : يظهر الشكل (١٧ ـ ١)، منزلاً مسبق التجهيز . أشيدت المنشآت هذه من قطع خشبيّة ، مسحوجة السطوح ، مشذّبة الأطراف ، وذات مقاطع بسيطة . تتألّف المنشآت هذه من وحدات متماثلة ، ذات أبعاد ثلاثة ، تمّ تصنيعها وكسوتها ، في ورشات متخصِّصة . تصنّع المنشأة من مقاطع ووحدات بسيطة ، يسهل نقلها بعربات ذات عجلات ، كما يسهل رفعها ، ومن ثمّ تثبيتها في أماكنها المناسبة ؛ بآلات الرفع المتواجدة على أرض الموقع . تربط قطع الوصلات إلى بعضها البعض ، مستخدمين لذلك المواد اللاّصقة ، المسامير أو المشابك السلكيّة .

استخدمت لإشادة المنشآت هذه ، تجهيزات ضخمة ، غايتها معالجة القطع الخشبيّة هذه ، تحت ضغط عال ، سواء أكان ذلك في ورشات التصنيع ، أو على أرض الموقع . يتم تجهيز ورشات التصنيع بتجهيزات آليّة ، تمكّننا من تصنيع وإكساء أجزاء سطوح المنزل .



الشكل (١٧ ـ ١) : يظهر الشكل ، منزلاً مسبق التجهيز .

● عرض لمراحل تطوُّر سطوح التغطية الخشبيّة :

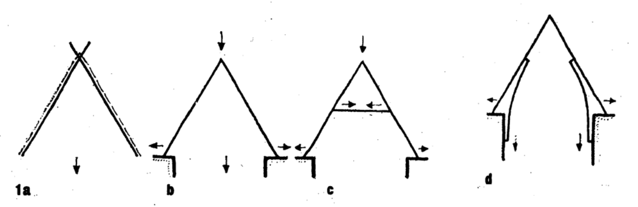
3.01- : لقد خضعت الأسقف الخشبيّة لتطوُّرات هائلة ، تناولت طرق تنفيذها ، كما تناولت طبيعة القطع الخشبيّة المستخدمة في إنشائها ، وكذلك الأدوات والتجهيزات المستخدمة في عمليّة الإنشاء .

3.02- : يظهر الشكل (١٨ ـ ١) ، شكل السقف ذي الروافد ، وهو شكل اشتقّ من الكوخ ذي الأوتاد . كان السقف في البداية بسيطاً للغاية ، وبمرور الزمن ، أخذت روابطه تتعقّد ، إلىٰ أن وصلت بنيته التركيبيّة إلىٰ ما هي عليه اليوم .

يظهر الشكل (١٨ ـ ١ ـ آ) ، البنية الأصليّة لكوخ ذي الأوتاد ، بينما يظهر الشكل (١٨ ـ ١ ـ ب) سقفاً مزدوجاً . أمّا الشكل (١٨ ـ ١ ـ جـ) ، فيظهر الرابط الحلقي . ويظهر الشكل (١٨ ـ ١ ـ د) ، الروابط القوسيّة ، المركّبة لكي تقوم بتلقي جزء من الحمولة ، ومن ثمّ نقلها إلى الجدران الحاملة . يظهر الشكل (١٨ ـ ١ ـ هـ) ، الجسور المقصيّة ، أمّا الشكل (١٨ ـ ١ ـ و) ، فيظهر عتبات مطرقيّة مزدوجة أو مفردة ، مرتكزة علىٰ جدران أو أعمدة حاملة ، وأقواساً مسلّحة ، يصل مجازها إلىٰ ما يزيد عن (٢١) متراً في أغلب الأحيان . تتعانق العتبات معاً ، مشكّلة في النهاية ذروة مثلثيّة الشكل . يظهر الشكل (١٨ ـ ١ ـ ز) أيضاً ، شكلاً آخر من أشكال الأسقف المتطوِّرة ، إذ اعتمد هذا الشكل ، علىٰ جدران حاملة لقوىٰ ضغط عالية . أمّا الشكل (١٨ ـ ١ ـ ح) ، فيظهر تفصيلة الذروة . بينما يظهر الشكل (١٨ ـ ١ ـ ط) ، تفصيلة جسر الربط الحلقي .

أشيدت الأسقف هذه ، من قطع خشبيّة مستديرة الشكل ، مقطعها علىٰ شكل مربّع متعرّج ، يسوّى بعدئذ بقدُّوم . تطورت بعدئذ مواد الإنشاء ، بتطوُّر أدواته ، فكانت القطع الخشبيّة المنشورة ، ذات الأطراف المشذّبة . تتنوّع الوصلات المقتطعة تنوُّعاً كبيراً ، يتلاءم وأنواع الإجهادات المعرّضة لها ، فمنها ما يكون منشطراً ، ومنها ما كان علىٰ شكل خوابير خشبيّة ، وأخرىٰ تتّخذ شكل النقر واللسان ، والكثير منها علىٰ شكل خوابير ، تدقّ إلى ذروة السقف ، أو إلىٰ قطعة متواجدة ، عند الوصلة العليا أو تسمّر إليها .

تعشّق الجسور الحلقيّة أو تثبّت وفق وصلة النقر واللسان ، بالجسور الأفقيّة الموصولة بدورها وفق وصلة النقر واللسان ، إلى الأعمدة أو إلى مسنّنات مستندة على الصفيحة الجداريّة .



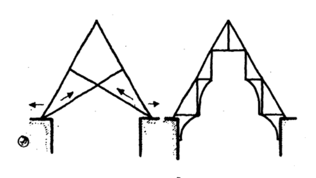
الشكل (١٨ ـ ١ ـ آ) : يظهر الشكل ، البنية الأصليّة للكوخ ذي الأوتاد .

الشكل (١٨ ـ ١ ـ ب) : يظهر الشكل ، السقف المزدوج .

الشكل (١٨ ـ ١ ـ جـ) : يظهر الشكل ، الرابط الحلقي .

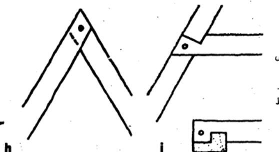
الشكل (١٨ ـ ١ ـ د) : يظهر الشكل الروابط القوسيّة ، المركّبة لكي تقوم بتلقي جزء من الحمولة ، ومن ثمّ نقلها إلى الجدران الحاملة .

الشكل (١٨ ـ ١) : يظهر الشكل ، شكل السقف ذي الروافد ، وهو شكل اشتقّ من الكوخ ذي الأوتاد .



الشكل (١٨ ـ ١ ـ هـ) : يظهر الشكل ، الجسور المقصيّة .

الشكل (١٨ ـ ١ ـ و) : يظهر الشكل ، عتبات مطرقيّة مزدوجة أو مفردة ، مرتكزة على جدران أو أعمدة حاملة ، وأقواساً مسلّحة ، يصل مجازها إلى ما يزيد عن (٢١) متراً في أغلب الأحيان . تتعانق العتبات معاً ، مشكّلة في النهاية ذروة مثلثيّة الشكل .



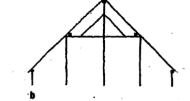
الشكل (١٨ ـ ١ ـ ز) : يظهر الشكل سقفاً متطوّراً ، حُمِلَ على جدران مقاومة لقوى الضغط العالية .

الشكل (١٨ ـ ١ ـ ح) : يظهر الشكل ، تفصيلة ذروة السقف .

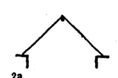
الشكل (١٨ ـ ١ ـ ط) : يظهر الشكل تفصيلة جسر الربط الحلقي .



3.03 - : يظهر الشكل (١٩ ـ ١) ، أسطحاً ذات ذروة تحملها رافدة أفقيّة . توظّف الروافد المائلة الأخرى ، لتكون بمثابة جسور بسيطة ، تعمل على حمل منشأة السطح . كما يظهر الشكل (١٩ ـ ١ ـ آ) ، سطحاً ذي رافدة ذروة بسيطة ، بينما يظهر الشكل (١٩ ـ ١ ـ ب) ، المدّادات الحاملة للروافد . أشيدت الأسقف هذه من قطع خشبيّة مستديرة الشكل ؛ مقطعها على شكل مربّع متعرِّج ، يسوّى بعدئذ بقدُّوم . تطوّرت بعدئذ مواد الإنشاء ، بتطوُّر أدواته ، فكانت القطع الخشبية المنشورة ، ذات الأطراف المشذّبة . تتنوّع الوصلات المقتطعة تنوُّعاً كبيراً ، يتلاءم وأنواع الإجهادات المعرّضة لها ، فمنها ما يكون منشطراً ، ومنها ما كان على شكل خوابير خشبيّة ، وأخرى تتّخذ شكل النقر واللسان ، والكثير منها على شكل خوابير تدقُّ إلى ذروة السقف ، أو إلى قطعة متواجدة عند الوصلة العليا أو تسمّر إليها .



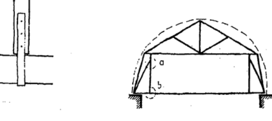
الشكل (١٩ ـ ١ ـ ب) : يظهر الشكل المدّادات الحاملة للروافد .



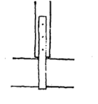
الشكل (١٩ ـ ١ ـ آ) : يظهر الشكل سطحاً ذي رافدة حاملة لذروة بسيطة .

الشكل (١٩ ـ ١) : يظهر الشكل أسطحاً ذات ذروة ، تحملها رافدة أفقيّة .

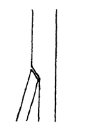
- 3.04 : يظهر الشكل (٢٠ ـ ١) ، سطحاً سنديّاً ، به يتّسع المجاز المستخدم لأغراض وظيفيّة ، وتتقلّص الذروة . هذا ، وقد تطوّرت الأسطح هذه مؤخراً ، مما ساعد على التوصُّل إلى سطوح علويّة مستوية . يظهر الشكل (٢٠ ـ ١) ، سقفاً سنديّاً من عصر النهضة ، وبدايات عصر الباروك . فصِّلت في الشكلين (٢٠ ـ ١ ـ آ) و(٢٠ ـ ١ ـ ب) الأعمدة الإنضغاطيّة ، والأطواق المعلّقة الحاملة للجسر الرابط ، أمّا الشكل (٢٠ ـ ١ ـ جـ) ، فيظهر مقطعاً في السطح السندي هذا . يحمل جسر السقف على أطواق معدنيّة .



الشكل (٢٠ ـ ١ ـ جـ) : يظهر الشكل ، مقطعاً في السطح السندي .



الشكل (٢٠ ـ ١ ـ ب) : يظهر الشكل هذا أيضاً ، تفاصيل الأعمدة الإنضغاطيّة ، والأطواق المعلّقة الحاملة للجسر الرابط .



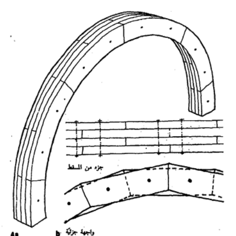
الشكل (٢٠ ـ ١ ـ آ) : يظهر الشكل تفاصيل الأعمدة الإنضغاطيّة ، والأطواق المعلّقة الحاملة للجسر الرابط .

الشكل (٢٠ ـ ١) : يظهر الشكل سطحاً سنديّاً ، به يتّسع المجاز المستخدم لأغراض وظيفيّة ، وتتقلص الذروة . انتشر استخدام الأسطح هذه ، في الفترة الواقعة ما بين عصر النهضة وبدايات عصر الباروك .

- 3.05 : يظهر الشكل (٢١ ـ ١ ـ آ) ، شكلاً من أشكال القبب التي شاع استخدامها في القرن السادس عشر . اعتمد أسلوب إنشاء القبّة هذه ، على صفائح خشبيّة مجمّعة شاقوليّاً إلى بعضها البعض ، مكوّنة قوساً أحياناً ، وقبّة أحياناً كثيرة .

تعدُّ الأخشاب مادّة قادرة على تحمُّل ضغوط عالية ، إلى جانب قدرتها على التغلُّب على ما قد يصيب المنشأة من عجز ناتج عن فرط أطوال قطعها المكوِّنة . انتشر استخدام المنشآت هذه بكثرة خلال القرنين السابع والثامن عشر ، في كلٍّ من فرنسا والمانيا ، حيث تمكّن معماريو هاتين الدولتين ، من الإستفادة من مادّة الخشب ، لتصنيع قبب وأقواس خشبيّة .

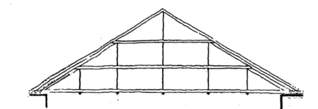
يوضِّح الشكل (٢١ ـ ٢ ـ ب) ، تفصيلة واجهة ومسقط قوس ، تظهر فيها الطبقات المتعاقبة . أشيدت الأقواس والقبب هذه ، من ألواح خشبيّة ثخينة السماكة قصيرة الأطوال ، تجمّع معاً ببراغي تثبيت خاصّة ، مشكّلة وصلات متداخلة . تجمع الألواح والصفائح الخشبيّة معاً ، مستخدمين لذلك أسلوب الوصلات المتناكبة ، المركّبة على شكل طبقات متعاقبة ، والمثبّتة ببراغي صالحة للأعمال الخشبيّة .



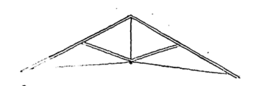
الشكل (٢١ ـ ١ ـ آ) : يظهر الشكل ، شكلاً من أشكال القبب الخشبيّة ، التي شاع استخدامها في القرن السادس عشر .
الشكل (٢١ ـ ١ ـ ب) : يوضِّح الشكل ، تفصيلة واجهة ومسقط قوس ، تظهر فيها الطبقات المتعاقبة .

3.06- : يظهر الشكل (٢٢ ـ ١ ـ آ) ، جائزاً شبكيّاً انتشر استخدامه كسطح لتغطية منشآت أشيدت ، في بدايات القرن الثامن عشر . أشيد السطح من جوائز خشبيّة وأخرىٰ معدنيّة . خصِّصت الجوائز الخشبيّة لتحمُّل قوىٰ الضغط ، بينما ركِّبت الجوائز المعدنيّة ، في الأماكن المعرَّضة لقوىٰ الشد . استخدم الحديد المطاوع لإنشاء الإطار الطولي ، بينما استخدم الخشب لإنشاء جسور الربط ، الروافد ، الجسور الحلقيّة ، وباقي الدعمات الانضغاطيّة .

استخدم لتصنيع العناصر الخشبيّة ، قطع منشورة مشذَّبة الأطراف ، بينما استخدم لتصنيع العناصر المعدنيّة ، قضبان من الحديد المطاوع مسنَّنة الأطراف ، إضافة إلىٰ حلقات مطاطيّة ، تضاف عند الوصلات لمنع الإرتشاح . جمِّعت القطع الخشبيّة إلىٰ بعضها البعض ، وفق وصلة النقر واللِّسان ، بينما مرِّرت القضبان المعدنيّة ، من خلال العناصر الخشبيّة ، وثبِّتت بصفائح من الحديد المطاوع .



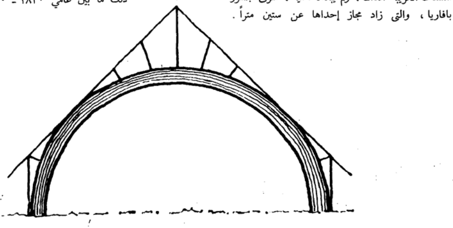
الشكل (٢٢ ـ ١ ـ ب) : يظهر الشكل ، كيف تمّ استخدام الحديد المطاوع لإنشاء الإطار الطولي . كما يظهر كيفيّة استخدام الخشب لإنشاء جسور الربط ، الروافد ، الجسور الحلقيّة ، وباقي الدعمات الإنضغاطيّة .



الشكل (٢٢ ـ ١ ـ آ) : يظهر الشكل ، جائزاً شبكيّاً انتشر استخدامه في بدايات القرن الثامن عشر .

3.07- : يظهر الشكل (٢٣ ـ ١) ، أقواساً شكّلت من صفائح خشبيّة ، امتدت أفقيّاً . أشيدت هذه المنشآت لأوّل مرّة ، في فرنسا في أواخر عام ١٨٢٠ ، وقد كانت من المنشآت الغربية آنذاك ، ولم يبذُّها أهميّة ، سوىٰ جسور بافاريا ، والتي زاد مجاز إحداها عن ستين متراً .

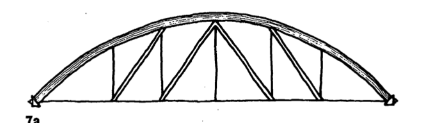
استخدمت أمثال المنشآت هذه أيضاً في انكلترا ، حيث أشيد منها السكك الحديديّة ، ومنشآت الاستراحة المتواجدة علىٰ جوانب محطّات وقوف القطارات ، وكان ذلك ما بين عامي ١٨٣٠ ـ ١٨٥٠ .



الشكل (٢٣ ـ ١) : يظهر الشكل يظهر الشكل أقواساً شكّلت من صفائح خشبيّة امتدّت أفقيّاً ، أشيدت لأوّل مرّة في فرنسا في أواخر عام (١٨٢٠) .

يظهر الشكل (٢٤ ـ ١) ، منشأة أشيدت من صفائح خشبيّة مغرّاة ، بينما يظهر الشكل (٢٤ ـ ١ ـ آ) ، سطحاً مكوّناً من صفائح خشبيّة مغرّاة ، محمولة على جوائز شبكيّة ، تشكّل معاً شكلاً يشبه شكل وتر القوس ، مكوّنة بذلك رابطاً خشبيّاً ، أو معدني البنية . أمّا الشكل (٢٤ ـ ١ ـ ب) ، فيظهر إطاراً بمفصل وحيد ، وأحياناً يتألّف من مفاصل ثلاث ، وهو شكل من أشكال الأقواس ، انتشر في أنحاء بريطانيا ، في منتصف القرن التاسع عشر . يظهر الشكل (٢٤ ـ ١ ـ جـ) ، تفصيلة ارتباط الألواح الخشبيّة بالقضبان المعدنيّة من جهة ، وبصفائح التثبيت المعدنيّة من جهة أخرىٰ .

أشيدت مجموعة المنشآت هذه من ألواح خشبيّة ملساء ، تتراوح سماكة إحداها ما بين (٢٥ ـ ٥٠) ملم .. تغطس الألواح هذه في مادّة الكازين لحمايتها من التلف ،



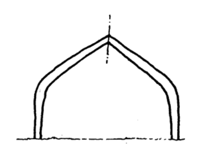
الشكل (٢٤ ـ ١ ـ آ) : يظهر الشكل ، سطحاً مكوّناً من صفائح خشبيّة مغرّاة ، محمولة على جوائز شبكيّة ، تشكّل معاً شكلاً يشبه شكل وتر القوس ، مكوّنة بذلك رابطاً خشبيّاً أو معدني البنية .

أو تطلىٰ بسطوحها الخارجيّة ، بلواصق راتنجيّة عالية المقاومة ، ليسهل بذلك لصقها على ألواح مشابهة لها ، بغية الوصول إلىٰ شكل مطلوب .

توصل القطع العلويّة بعضها ببعض ، من خلال

الشكل (٢٤ - ١ - جـ) : يظهر الشكل ، تفصيلة ارتباط الألواح الخشبيّة بالقضبان المعدنيّة من جهة ، وبصفائح التثبيت المعدنيّة من جهة أخرى .

الصفائح المعدنيّة وبراغي التثبيت ، بينما تثبّت القطع السفليّة ، بواسطة خوابير وتجاويف ، تستقرُّ بها تلك الخوابير . تستخدم أيضاً صفائح القص والروابط الحلقيّة ، إن دعت الضرورة إلىٰ ذلك .



الشكل (٢٤ - ١ - ب) : يظهر الشكل ، إطاراً بمفصل وحيد ، وأحياناً يتألّف من مفاصل ثلاث ، وهو شكل من أشكال الأقواس ، انتشر في انحاء انكلترا في منتصف القرن التاسع عشر .

3.08- : يظهر الشكل (٢٥ ـ ١) ، سطحاً أشيد من خشب اللاّتية ، بينما يظهر الشكل (٢٥ ـ ١ ـ آ) ، الشكل المنظوري للسطح المؤلّف من صفائح طي . أمّا الشكلين (٢٥ ـ ١ ـ ب) و(٢٥ ـ ١ ـ حـ) ، فيظهران سطحاً مجازه بسيط ، مؤلّف من جوائز شبكيّة ، مصنّعة من خشب اللاّتيه ، المغرّى إلىٰ بعضه البعض ، أو المغرّى والمسمّر إلىٰ وصلات مثلثيّة الشكل ، وهي منشآت انتشر استخدامها في منتصف القرن العشرين .

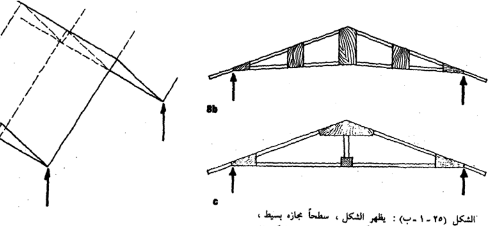
أشيدت المنشآت هذه من أخشاب اللاّتيه المصنّفة للإستخدامات الخارجيّة .

تصنّع العناصر المستخدمة في تقوية صفائح الطي من قطع خشبيّة مشذّبة ، ذات مقاطع بسيطة .

توصل القطع الخشبيّة بعضها ببعض ، وفق الوصلات المشهورة ، فهي إمّا علىٰ شكل خوابير تدخل ضمن تجاويف مغرّاة ، أو خوابير تثبّت إلىٰ تجاويفها ، بمسامير أو مشابك سلكيّة . تثبّت الصفائح بعضها إلىٰ بعض ، ضمن الموقع ، من خلال براغي التثبيت المعدنيّة .

ـ ملاحظة :

يمكننا استخدام أخشاب اللاّتيه ، في تصنيع الجوائز المتآلفة معاً ، وفق وصلات متنوّعة ، منها ما كان بطريقة التسمير ، الإيلاج القسري ، الصفائح المسنّنة ، وغيرها من طرق الجمع والتثبيت .



8a

الشكل (٢٥ ـ ١ ـ آ) : يظهر الشكل ، الشكل المنظوري للسطح المؤلّف من صفائح طي .

الشكل (٢٥ ـ ١ ـ ب) : يظهر الشكل ، سطحاً مجازه بسيط ، مؤلف من جوائز شبكيّة ، مصنّعة من خشب اللاتيه المغرّى إلى بعضه البعض ، أو المغرّى والمسمّر إلى وصلات مثلثيّة الشكل ، وهي منشآت انتشر استخدامها في منتصف القرن العشرين .

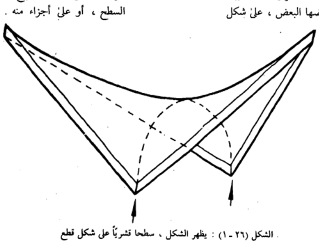
الشكل (٢٥ ـ ١ ـ جـ) : يظهر الشكل هذا أيضاً ، سطحاً مجازه بسيط ، مؤلّف من جوائز شبكيّة ، مصنّعة من خشب اللاتيه المغرّى إلى بعضه البعض ، أو المغرّى والمسمّر إلى وصلات مثلثيّة الشكل ، وهي منشآت انتشر استخدامها في منتصف القرن العشرين .

الشكل (٢٥ ـ ١) : يظهر الشكل ، سطحاً أشيد من خشب اللاتيه .

3.09 : يظهر الشكل (٢٦ ـ ١) ، سطحاً قشرياً علىٰ شكل قطع مكافىء زائدي «سرج الحصان» . انتشر استخدام الأشكال هذه ، والأشكال المخروطيّة الأخرىٰ ، في منتصف القرن الحالي .

أشيدت المنشآت هذه من ألواحٍ شذّبت واقتطعت أطرافها ، بما يتلاءم ومتطلّبات وصلة النقر واللّسان ، وبذا يتم تجميع القطع هذه ، إلىٰ بعضها البعض ، علىٰ شكل ثلاث طبقات فأكثر ، حيث توضع تلك الطبقات ، في اتجاهات مستعرضة . يستخدم لتثبيت القطع إلىٰ بعضها البعض ، لواصق عالية المتانة ، وجسور طرفيّة مشكّلة من رقائق خشبيّة ، ضغطت إلى بعضها البعض .

تثبّت الوصلات بمسامير تدقُّ في أماكن اتصال الوصلة المغرّاة ، أو ألواح مغرّاة تفرش على كامل السطح ، أو علىٰ أجزاء منه .

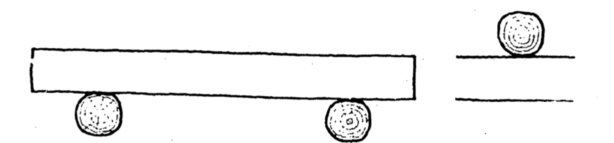


الشكل (٢٦ ـ ١) : يظهر الشكل ، سطحا قشرياً على شكل قطع مكافىء زائدي «سرج الحصان» .

● عرض لمراحل تطوُّر الجسور الخشبيّة :

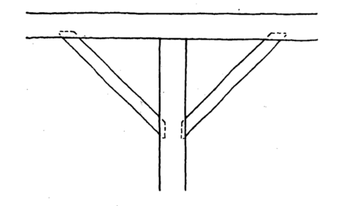
4.01- : لقد خضعت الجسور الخشبيّة لتطوُّرات هائلة ، تناولت طرق تنفيذها ، كما تناولت طبيعة القطع الخشبيّة المستخدمة في إنشائها ، وكذلك الأدوات والتجهيزات المستخدمة في عمليّة الإنشاء .

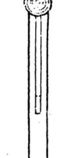
4.02 : يظهر الشكل (٢٧ - ١) ، جسوراً بسيطة ، مؤلّفة من جذوع الأشجار . كلُّ ما تحتاجه هذه الجسور ، هو حسن اقتطاعها من أشجارها ، وفق الأطوال المطلوبة .



الشكل (٢٧ - ١) : يظهر الشكل ، جسوراً بسيطة ، مؤلّفة من جذوع الأشجار .

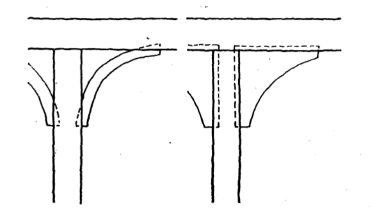
4.03 : يظهر الشكل (٢٨ ـ ١) ، جسراً مدعّماً . تمتد أمثال الجسور هذه ، محمولة على أعمدة . يمكن لنا التوسُّع في مجازات الجسور هذه ، عن طريق تدعيمها بروابط يتّصل طرفها الأوّل بالعمود الحامل ، وطرفها الآخر بالجسر المحمول . يتم اتصال الروابط بالجسور والأعمدة ، وفق وصلات مبيّتة ، أو بجعل أطرافها ملسّنة ، بحيث تدخل في تجاويف معدّة لاستقبالها .





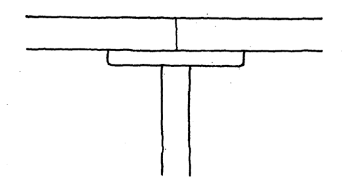
الشكل (٢٨ ـ ١) : يظهر الشكل ، شكلاً من أشكال الجسور المدعّمة .

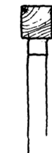
4.04 : يظهر الشكل (٢٩ ـ ١) ، جسراً مدعّماً بروابط علىٰ شكل أقواس ، أو علىٰ شكل كتائف تثبيت . تمتد أمثال الجسور هذه ، محمولة علىٰ أعمدة . يمكن لن التوسُّع في مجازات الجسور هذه ، عن طريق تدعيمها بروابط ، يثبّت طرفها الأوّل بمسامير إلىٰ الجسر ، وطرفها الآخر بمسامير إلى العمود الحامل .



الشكل (٢٩ ـ ١) : يظهر الشكل ، جسراً مدعّماً بروابط على شكل أقواس أو على شكل كتائف تثبيت .

4.05 : يظهر الشكل (٣٠ ـ ١) ، جسوراً مستندة على قطع خشبيّة صغيرة . تتّخذ القطع هذه ، شكل السناد الحامل ، وظيفتها تلقي حمولة أطراف الجسور . تشذّب السطوح المتلاصقة بقدُّوم ، ممّا يجعلها صالحة فيها بعد لوصلة مسماريّة ، حيث ينتبج الخابور داخل التجويف ، حال تعرُّضه للرطوبة .



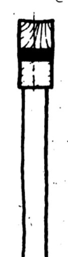


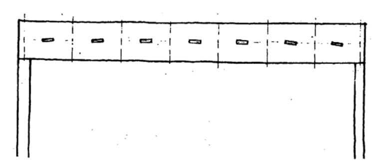
الشكل (٣٠ ـ ١) : يظهر الشكل ، جسراً استند على قطع خشبيّة صغيرة .

4.06 : يظهر الشكل (٣١ - ١) ، جسوراً خشبيّة ، قطعها نشرت وشذّبت أطرافها . تستند الجسور هذه من أطرافها ، علىٰ أعمدة حاملة . تزداد عزوم عطالة الجسور هذه ، وفقاً لأشكال مقاطعها ، وعلىٰ أساس من تلك الأشكال ، تحدّد أبعادها التصميميّة الدقيقة .

الشكل (٣١ - ١) : يظهر الشكل ، جسراً استند طرفاه على أعمدة حاملة .

4.07- : يظهر الشكل (٣٢ - ١) ، جسراً مؤلّفاً من مجموعة من القطع الخشبيّة الصلدة ، استخدم في جمعها إلىٰ بعضها البعض ، خوابير مستقلّة ، وثبّتت في مواضعها، ببراغي تثبيت معدنيّة . تستخدم الجسور المؤلّفة من مجموعة من القطع الخشبيّة المتآلفة ، لزيادة العمق الفعّال ، ولجعل شكل وأبعاد الجسر ، ملائمان للمقاومة إجهادات القص . نحتاج لاستكمال الجسر ، استصناع نقر بأبعاد دقيقة ، وخوابير مستقلّة ، تصنّع من الخشب القاسي ، كما سنحتاج أيضاً إلىٰ براغي تثبيت معدنيّة .





الشكل (٣٢ - ١) : يظهر الشكل ، جسراً مؤلّفاً من مجموعة من القطع الخشبيّة الصلدة ، استخدم في جمعها إلى بعضها البعض خوابير مستقلّة ، وثبّتت في مواضعها ببراغي تثبيت معدنيّة .

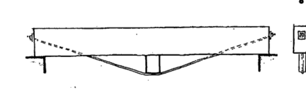
4.08- : يظهر الشكل (٣٣ ـ ١) ، جسراً طولانياً ، يتكوّن الجسر هذا ، من شطيرة خشبيّة ، تحصر بينها صفيحة معدنيّة . يتّبع الأسلوب هذا ، لزيادة قدرة الجسر على تلقي الحمولات .

تستخدم براغي التثبيت ، والملقّات والصفائح المعدنيّة ، كعناصر ملحقة ، الغاية منها استكمال إنشاء الجسر المشطور ، الممتد طولانياً .

4.09- : يظهر الشكل (٣٤ ـ ١) ، جسراً جمالونياً . يتألف الجسر هذا ، من قطع خشبيّة وقضبان معدنيّة . توضع القضبان الحديديّة أو الفولاذيّة ، في أماكن تواجد إجهادات الشد ، وذلك بغية تخفيض منسوب المحور المحايد ، وبالتالي إخضاع مساحة أكبر من مساحات مقاطع العناصر الخشبيّة لقوى الضغط ، وهذا يقودنا بالطبع ، إلى رفع قدرة العناصر الخشبيّة ، على تلقي الحمولات المفروضة . نحتاج لاستكمال عمليّة الجسور هذه ، إلى قضبان فولاذيّة ، وإلى صفائح تثبيت معدنيّة .

7

الشكل (٣٣ ـ ١) : يظهر الشكل ، جسراً طولانياً ، يتكوّن من شطيرة خشبيّة ، تحصر بينها صفيحة معدنيّة .



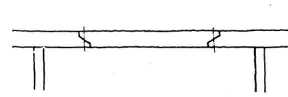
الشكل (٣٤ ـ ١) : يظهر الشكل ، جسراً جمالونياً يتألّف من قطع خشبيّة وأخرى معدنيّة .

4.10- : يظهر الشكل (٣٥ ـ ١) ، جسراً مؤلّفاً من عدد من الرقائق الخشبيّة . تفرش الرقائق المغرّاة أفقيّاً ، حيث تتلاصق الرقائق ، منضّدة فوق بعضها البعض ، منتهيّة إلىٰ جسر متجانس المقاومة . تزاد أبعاد المقطع ، عند منطقة وسط الجسر ، لكون هذه المنطقة معرّضة لعزوم انعطاف اعظميّة . يستخدم لتصنيع الجسور هذه ، رقائق خشبيّة ملساء ، مسحوجة السطوح ، ولواصق راتنجيّة قويّة الفعّاليّة . تعالج الرقائق هذه ، وتجمع مربوطة بإحكام إلى بعضها البعض ، إلى حين وصول اللاّصق الجامع بينها ، إلى درجة متانته القصوىٰ .

4.11- : يظهر الشكل (٣٦ ـ ١) ، جسراً مؤلّفاً من قطع ثلاث . يعلّق طرف القطعة الوسطىٰ منها ، علىٰ طرف جسر ظفري ، بينما يعلّق الطرف الآخر ، علىٰ طرف القطعة الظفريّة الأخرىٰ . يعمل الجسر المؤلّف من قطعة معلّقة علىٰ أظفار جانبيّة ، على تخفيض عزوم الانعطاف ، المتولّدة ، عند المنطقة الواقعة ما بين منتصف وثلثي المجاز . تستخدم براغي ومسامير التثبيت ، عند نقاط التقاء الوصلات .



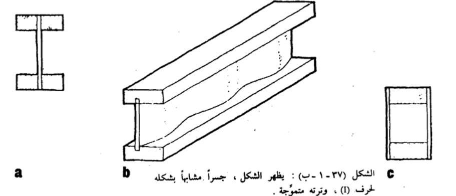
الشكل (٣٥ ـ ١) : يظهر الشكل ، جسراً مؤلفاً من عدد من الرقائق الخشبيّة المتلاصقة .



الشكل (٣٦ ـ ١) : يظهر الشكل ، جسراً مؤلّفاً من قطع ثلاث .

4.12- : يظهر الشكل (٣٧ - ١ - آ) ، جسراً مشابهاً بشكله لحرف (I) ، صنّعت وترته من خشب اللاّتيه . بينما يظهر الشكل (٣٧ - ١ - ب) ، جسراً مشابهاً بشكله لحرف «I» ، وترته متموّجة . أمّا الشكل (٣٧ - ١ - جـ) ، فيظهر مقطعاً عرضيّاً لجسر صندوقي الشكل ، صنّع من خشب اللاّتيه .

تعدُّ الجسور هذه ، جسوراً خفيفة الوزن ، عزوم عطالتها كبيرة ، وذات قدرة طيِّبة على مقاومة إجهادات القص . تستخدم المواد اللاصقة ومسامير التثبيت ، لربط عناصر الجائز بعضها ببعض .



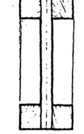
الشكل (٣٧ - ١ - ب) : يظهر الشكل ، جسراً مشابهاً بشكله لحرف (I) ، وترته متموّجة .

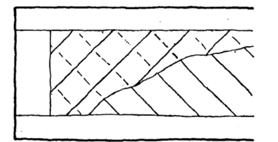
الشكل (٣٧ - ١ - آ) : يظهر الشكل ، جسراً مشابهاً بشكله لحرف (I) ، صنّعت وترته من خشب اللاّتيه .

الشكل (٣٧ - ١ - جـ) : يظهر الشكل ، مقطعاً عرضيّاً لجسر صندوقي الشكل ، صنّع من خشب اللاّتيه .

4.013- : يظهر الشكل (٣٨ ـ ١) ، جسراً مشابهاً بشكله لحرف «I» ، وترته لوح مستعرض ، ممتد بشكل قطري . تستخدم ألواح خشبيّة ملساء ، مسحوجة السطوح ، لإنشاء كلٍّ من وترة وشفاه الجسر .

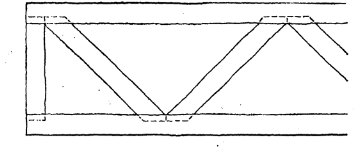
تعدُّ الجسور هذه أيضاً ، جسوراً خفيفة الوزن ، عزوم عطالتها كبيرة ، وذات قدرة طيِّبة علىٰ مقاومة إجهادات القص . تستخدم المواد اللاّصقة ومسامير التثبيت ، لربط عناصر الجائز بعضهاببعض .

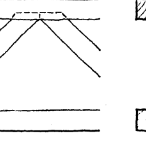




الشكل (٣٨ ـ ١) : يظهر الشكل ، جسراً مشابهاً بشكله لحرف (I) ، وترته على شكل لوح مستعرض ممتد بشكل قطري .

4.14- : يظهر الشكل (٣٩ ـ ١) ، جسراً مشابهاً بشكله لحرف «I» ، ذي وترة مكشوفة . توظّف الجسور الخفيفة هذه ،لحمل الأرضيّات والأسطح ذات المجازات الكبيرة . كما توظّف في جمل إنشائيّة أخرىٰ ، حيث يمكن عندها التحكُّم في دقّة الأخاديد ، بما يجعلها متلائمة ، مع متطلّبات ربطها بالدعامات الانضغاطيّة ، سواء أكان ذلك الربط ، يعتمد الخوابير في إنجازه ، أم المواد الغرائيّة اللاّصقة .





الشكل (٣٩ ـ ١) : يظهر الشكل ، جسراً مشابهاً بشكله لحرف (I) ، ذي وترة مكشوفة .

● أخشاب الإنشاء كما هي عليها اليوم :

5.01- : مع حلول منتصف القرن التاسع عشر ، استبعدت الأخشاب ، كمادّة رئيسيّة من مواد الإنشاء ، واقتصرت استخداماته ، علىٰ إشادة منشآت منزليّة بسيطة ، منتشرة هنا وهناك ، فاسحة بذلك المجال ، لانتشار استخدامات الحديد والفولاذ ، ومؤخّراً مادّة البيتون المسلّح . لقد كان للجفوة،التي أبعدت المصمِّم عن مادّة الخشب ، كمادّة من أهمِّ مواد الإنشاء ، نتيجة تعامله الطويل مع مواد بديلة ، تمّ اكتشافها حديثاً ؛ أثرها الكبير علىٰ تزايد القلق ، الذي ينتاب المصمِّم ، أثناء شروعه في تصميم أرضيّات وأسقف خشبيّة ،عائدة لمنازل سكنيّة بسيطة .

يذهب تفكير المصمِّم ، أثناء التصميم ، نحو تقليد منشآت تشاد من مواد أخرىٰ ، غائباً عن ذهنه ، أنّ للخشب كمادّة إنشائيّة ، سلوك يختلف عن سلوك بقيّة مواد الإنشاء المعروفة . وفي خضم العمل التصميمي ، يكتشف المصمِّم المبتدىء ذلك ، ممّا يضطره في أغلب الأحيان ، إلىٰ سؤال من يظن أنّ لديه خبرة أكبر ، فيصطدم عند تلقّيه للحلول ، بأنّها حلول تقليديّة ، تحوم حول جمل جرىٰ تنفيذها مراراً وتكراراً ، بحيث عرفت بمزاياها وخفاياها ، مبتعدة بذلك عن كل غريب غير مطروق . إنّ الخوف من الخشب كمادّة إنشائيّة ، ترجع جذوره إلىٰ مئات بل آلاف السنين ، حيث تراكمت لدىٰ الإنسان ، معارف قادته إلىٰ الخوف من استخدام الخشب ، لما تتعرّض له منشآتها ، من عجز وظيفي ، ناشىء عن قابليتها للاحتراق السريع ، ولعجز طبيعتها ، عن مسايرة التطوُّر التقني الهائل ، الذي شهده القرن الأخير ، والذي تمكنّا من خلال منجزاته ، تطوير مواد إنشاء حديثة ، فاقت مواصفاتها ، ما يمكن للخشب تقديمه من مميِّزات وظيفيّة وإنشائيّة .

5.02- : تمكّن الخشب كمادّة إنشائيّة ، ومنذ العقود القليلة الماضية ، استعادة شيء من مكانته القديمة ، نتيجة ما طرأ علىٰ مادّة الخشب ، كمادّة إنشائيّة ، من تغيّرات تستدعي الوقوف عندها . لقد تطوّرت استخدامات الخشب نتيجة التقدُّم السريع الذي حدث في

تقنيّة التعامل مع الأخشاب ، واكتشاف نظريّات ونظم إنشائيّة ، قادرة على استخلاص ما للخشب من طاقات إنشائيّة دفينة ، إضافة إلى تطوّر طائل وسائل تنفيذ المنشآت الخشبيّة بشكل عام . لقد كان لتطبيق القوانين العلميّة ، المكتشفات الحديثة ، ولتطبيق المبادىء الهندسيّة ، على مادّة من مواد الإنشاء الموغلة في القدم ، أثره على التوسُّع الهائل ، الذي طرأ على التشكيلات الإنشائية الخشبيّة ، فبرزت إلى الوجود ، تصاميم فعّالة اقتصاديّاً ، ليس فيما يخصُّ فقط الأبنية الصغيرة والمتوسِّطة الأبعاد ، بل تعدّتها إلى الأبنية ذات المجازات الممتدّة ، والموظّفة لتلبية الاحتياجات الإنسانيّة .

5.03- : إن التغيُّرات الهامّة التي طرأت على الخشب كمادّة إنشائيّة ، هي التعدديّة في أبعاد وأنواع ما أتيح منها في الآونة الأخيرة ، كما لا ننسى الأنواع المكتشفة حديثاً منها ، حيث أمكن اقتطاع أخشاب ليّنة ، من أشجار انتشرت غاباتها ، قريباً من بحر البلطيق ، وفي أوروبا وأمريكا الشماليّة . كما أمكن اقتطاع أخشاب قاسية ، ذات مقاومة ومتانة عاليتين ، من أحراج المناطق الاستوائية ، المنتشرة في أفريقيا وجنوب شرق آسيا .
هذا ، ولقد حاولت المعاهد العلميّة ، دراسة تلك الأخشاب ، لمعرفة خصائصها ومميِّزاتها الذاتيّة ، كما عنيت بتنظيم جداول تعنى بإجهادات التشغيل الخاصّة ، بالعديد من أنواع الأخشاب المستخدمة في عمليّات إنشاء مختلف طرز وأنواع الأبنية السكنيّة والعامّة .

5.04- : لقد أدّى استنزاف الغابات المنتشرة في أنحاء العالم ، واعتماد المزارعين على الأغراس المثمرة ، وبعض الأشجار ذات الجذوع الصغيرة ، إلى ندرة الأخشاب الخام القاسية ، ذات المقاطع والأطوال البسيطة ، مما استحثّ المعماريين وبالتالي الإنشائيين ، على البحث عن منشآت وحلول إنشائيّة ، تعتمد أكثر ما تعتمد على العناصر المركّبة ، كما دفعتهم المعطيات الجديدة ، إلى استنباط وتطوير منشآت مؤلّفة من عناصر ذات مقاطع بسيطة . هذا ، ولقد لعبت اللواصق الراتنجيّة المكتشفة حديثاً ، دوراً كبيراً في تطوير الأخشاب الصفائحيّة ، والتي يمكن للمصانع المتخصِّصة ، إنتاجها بكميّات وافرة ، وبابعاد قياسيّة . إنّ اكتشاف الأخشاب الصفائحيّة ،

واللواصق الفعّالة ، مكّن المعماريين من تصميم وتنفيذ الأقواس ، القبب ، الأطر والقشريّات الخشبيّة ، كما كان لها أثراً في تطويع الأخشاب ، متّخذة بذلك أشكالاً متنوِّعة ، بما فيها أشكال كانت تنفّذ فقط من البيتون المسلّح .

5.05- : إن الخواص الآليّة والفيزيائيّة للقطع الخشبيّة الرئيسيّة ، المستخدمة في إشادة الأبنية ، هي اليوم معروفة تماماً ، حيث جرىٰ جدولتها ضمن جداول خاصّة ، تحويها كتيِّبات متخصِّصة ، كما أنّ الأبحاث أوصلتنا إلىٰ معرفة التغيُّرات التي يمكن أن تطرأ ، علىٰ درجة مقاومة الأخشاب الخام ، مقارنة مع تغيُّرات خصائصها الأخرىٰ الأساسيّة ، كنسبة ما تحويه هذه الأخشاب من الرطوبة ، نسبة ما تحويه سطوحها من العقد ، درجة انحدار عروقها ، وهكذا . . . . لقد حوت الجداول هذه أيضاً ، ثوابت مرونة القطع الخشبيّة الخام ، وقيم إجهاد الليف الأخير ، إضافة إلىٰ قيم إجهادات التشغيل ، ممّا ساعد علىٰ تبني قوانين ومفاهيم التوازن ، عند حساب العناصر الإنشائيّة الخشبيّة الحاملة .

يمكن من خلال قواعد التصنيف هذه ، توزيع القطع الخشبيّة الخام ، المتشابهة من حيث المصدر ، المتباينة في درجة مقاومتها للحمولات ، إلىٰ زمر حدِّد لكلّ مجموعة منها ، مقدار قدرتها علىٰ مقاومة الحمولات المفروضة ، وبذا يمكننا أن نجد مجموعة من القطع الخشبيّة متباينة المصدر ، ضمن جدول واحد يحويها جميعاً ، لما اتّصفت به من تقارب في درجة مقاومتها للحمولات المفروضة . تنتشر الجداول هذه ، في الكتيِّبات الخاصّة ، بتوضيح أنظمة التنفيذ ، ممّا يساعد المصمِّم ، علىٰ الوصول إليها بشكل ميسّر . أدخلت في السنوات القليلة الماضية ، أساليب تعتمد الأجهزة الألكترونيّة ، في عمليّة فرز وتصنيف القطع الخشبيّة الخام ، ممّا ساعد علىٰ التوصُّل إلىٰ فرز سريع للعناصر الأكثر مقاومة ، وهو وضع لم تكن تستطيعه الأساليب التقليديّة القديمة ، المعتمدة علىٰ المعاينة البصريّة .

5.06- : لقد مكّنتنا التجارب المخبرية أيضاً ، من وضع جداول تعنىٰ بتسجيل القيم المتباينة للإجهادات المتولِّدة عن تعرُّض قطعة خشبيّة ما ، لأنواع متباينة من

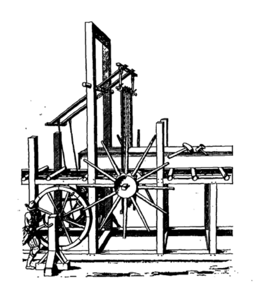
الحمولات ، كالحمولات الميّتة مثلاً ، الحمولات المنقولة من الطوابق العليا ، والمتّصفة بطول أمد تأثيرها ، الحمولات الطارئة ، والتي يدوم تأثيرها لفترة قصيرة ، كحمولة الرياح وحمولة الثلوج ، وأخيراً حمولات ذات تركيز شديد ، يدوم تأثيرها فترات قصيرة ، كتلك التي تسبّبها الصدمات ، وعصفات الريح الشديدة .

أدخلت على أنظمة البناء الحديثة ، بعض التحسينات الغاية منها ، معرفة بعض القيم الخاصّة المساعدة في عمليّة تصميم المنشآت الخشبيّة ، حيث أوضحت لنا من خلال جداول وتعليمات ، الخصائص المحبّبة للقطع الخشبيّة ، كما تتجلّى لنا من خلال سلوكها ، وهي تحت تأثير قوىٰ الصدم والحمولات المطبّقة لفترة قصيرة .

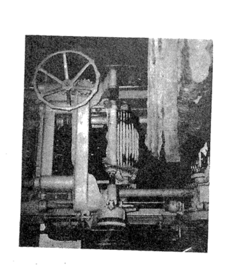
5.07- : إنّ تطوُّر المواد الصفائحيّة ، المكوّنة أساساً من مواد خشبية ، كألواح اللاّتيه ، والألواح الرقائقيّة بمختلف سماكاتها ، كان له أكبر الأثر ، علىٰ تطوُّر تصاميم المنشآت الخشبيّة ، بما لها من قدرة على تحقيق غايات إنشائيّة محدّدة .

تستخدم أخشاب اللاّتيه بشكل خاص ، في إنشاء العديد من مكوِّنات وعناصر المبنىٰ . تتميّز تلك العناصر بمقاومتها العالية ، وصلابتها المقبولة ، مقارنة مع أوزانها الخفيفة ، وبهذا نرىٰ أنّه يمكننا من مواد خفيفة كهذه ، مصنّعة علىٰ شكل مقاطع ضخمة ، إشادة منشآت قشريّة ، دون اللجوء إلىٰ تجهيزات ميكانيكيّة معقّدة .

5.08- : لقد آن الأوان للاستفادة من الأساليب الحديثة ، المتّبعة لوصل العناصر الخشبيّة بعضها ببعض ، وهي أساليب تتّبع لضمان النقل السليم للحمولات المفروضة ، وزيادة ارتباط العناصر بعضها ببعض ، وهي غايات فرضت نفسها ، لضمان سلامة منشآت ذات جمل إنشائيّة متطوِّرة ، أريد إنشاؤها من مواد خشبيّة ، عجزت أساليب الوصل التقليدية عن مسايرتها . لقد مرّت أساليب وصل القطع الخشبيّة بعضها ببعض ، بأطوار ابتدأت باستخدام مسامير الوصل ، مروراً بالموصلات المعدنية ، المعتمدة على الوصل اليدوي أو الآلي ، منتهية إلى استخدام الوصلات المغرّاة بلواصق قوية التأثير ، مقاومة لعوامل الطقس المتغيِّرة .



الشكل (٤٠ ـ ١) : يظهر الشكل ، شكل آلة نشر جذوع الأشجار ، كما كان عليه في القرن السادس عشر .



الشكل (٤١ ـ ١) : يظهر الشكل ، شكل آلة نشر جذوع الأشجار ، كما آل إليه في القرن العشرين .

5.09- : لقد عزّزت متانة العناصر الخشبيّة ، والعناصر المصنّعة من مواد أساسها خشبي ، بأساليب متطوّرة ، الهدف منها حفظ ومعالجة القطع هذه ، بما يضمن لها الصمود أمام مسبّبات اهترائها . إن هذه الأساليب ، قد مكّنتنا من استخدام عناصر صنعت من مواد خشبية ، سيئة المقاومة بطبيعتها ، لما طبّق فيها من وسائل ، كفلت لها الحماية من أخطار التلف والاهتراء . تعالج الأخشاب بما يعيق انتشار الحرائق فيها ، إمّا بطليها بمواد تعيق انتشار الحرائق ، أو بنقع القطع في محلول حاو لمواد مانعة للتلف ، وأخرى تقف عائقاً دون انتشار الحرائق .

تناول التطوّر أيضاً ، أساليب معالجة القطع الخشبيّة بما يجعلها أكثر قدرة على إعاقة انتشار الحرائق ، سواء أكان ذلك بمواد جديدة وأكثر فعاليّة ، تطلى بها سطوحها ، أو بمحاليل جديدة ، تنقع بها القطع الخشبية الخام ، بغية حمايتها من التلف من جهة ، ومن انتشار الحرائق فيها من جهة أخرى ، وبذا نضمن للقطعة الخشبية ، مقاومة عالية للنيران .

5.10- : إنّ أنظمة وتعليمات البناء الحديثة ، والتي اتّصفت بصفة الإرشادات الدوليّة ، اعتمدت في انتشارها الواسع ، على متطلّبات وظيفيّة تحقّقها ، وعلى معايير أداء تتقيّد بها ، مستعينة على ذلك ، بما حققته المنشآت الخشبية ، من تقدُّم ظاهر ، خلال العقدين الماضيين ، تجلّى بإدخال عدد من التسهيلات الهامة ، المؤثّرة على مجالات استخداماتها ، وبذلك أمكن الوصول إلى العديد من التطبيقات الإنشائية ، ذات الجمل الجديدة ، بعد أن حظّر سابقاً استخدامها للمنشآت الخشبية ، تحت ظلّ القوانين والأنظمة الداخلية المرعية آنذاك . نشأت صعوبة استخدام الأفكار الجديدة في المنشآت الخشبية ، جرّاء التعقيدات التي اتّصفت بها تلك الجمل من جهة ، ولضعف تكيُّفها مع التطوُّرات التي شهدتها أنظمة تصنيع الأبنية . لقد مكّنت الأنظمة الحديثة المعماري ، بما منحته له من حرية ، من استكمال إجراءاته الهادفة إلى استثمار المبنى بكامل طاقته . هذا ، وإنّ مهنة النجارة ، اجتازت تحوُّلات نقلتها عبر السنين ، من طور لطور .

5.11- : لقد اكتسبت العديد من الشركات المهتمّة بحرفة النجارة ، في أيّامنا هذه ، الكثير من الدراية ، ليس فقط في معرفة الخصائص العامّة لمواد ومكوِّنات المنشآة الخشبية ، ووسائل الإنْجار بها ، بل أيضاً في أساليب تصرُّف تلك المواد ، وهي قيد الاستثمار ، ضمن المنشآت المنفّذة على أرض الواقع . كما أصبحت لها دراية واسعة ، في معرفة مدى ملائمة تلك المواد ، لإنجاز تطبيقات ذات نوعيّة خاصة . هناك بعض من الشركات الكبيرة ، صرفت اهتماماتها نحو الانشغال بهندسة القطع الخشبية ، حيث درست كيفيّة جعلها أكثر ثباتاً ، وقام أصحاب مصانعها أيضاً ، في دراسة كيفيّة تطوير انتاج قطع صالحة منها ، لإنشاء مكوِّنات البناء ، والبناء بأكمله . تعتمد أنظمة تصنيع الأبنية على الأغلب ، على أسس طوعية ، يصنعها اختصاصيوا المهنة ، فيلزمون بها أنفسهم .

5.12- : لقد فسحت مجموعة التطوُّرات والتعديلات هذه ، المجال واسعاً أمام المعماري ، لاختيار الصنف والنوعيّة المطلوبة ، من ضمن كم هائل ، قدّمته له تلك التطوُّرات ، مما أتاح له اختيار نوعيّة المادّة ، نوعيّة الطراز والجملة الإنشائية ، نوعية الأشخاص الراغب في استخدامهم في تجهيز المنشأة ، وأخيراً اختيار نوعيّة المنتجين الذين تتوافق منتجاتهم ، وما يريد المعماري الوصول إليه من خلال تصاميمه . لقد كان لزاماً على المعماري والحال هذه ؛ إدراك مدى التلازم ما بين الإمكانيات الهائلة المتاحة في أيامنا هذه ، وبين القيود الصارمة ، التي ينبغي وضعها نصب الأعين ، عند اختيار الجمل الإنشائية ، وذلك لكي تكون الحرية الممنوحة للمعماري ، حرية مسؤولة ، تتقيّد بالشروط والمواصفات الدولية . وليكن معلوماً ، أنّ وفرة وتعدُّد الطرز المتاحة ، هي إحدى الأسباب الجوهرية ، لما نراه من تشوش وارتباك ، أصيب بها العاملون في حقل المنشآت الخشبية . كما كانت للثقة الممنوحة للمعماريين ، وللأسس التي تركت لكل معماري اختيار الأنسب ، أكبر الأثر فيمانشهده اليوم من ابتكارات مدهشة ، أصابت من بين ما أصابت تحسين وتطوير طرق وأساليب تصميم وتنفيذ المنشآت الخشبية .

5.13 : والآن لنطرح السؤال : ما هو المتوقّع مستقبلاً من الخشب ، كمادّة من مواد الإنشاء ؟ . ستظل الإنبعاثة الجديدة ، التي تشهدها مادّة الخشب في أيّامنا هذه ، سواء أكان من خلال ما يصرف من جهد غايته استرجاع ماكان لها من مكانة ، أو من خلال بعث وعقلنة الجمل الإنشائيّة القديمة ؛ ستظل هي الإتجاه التي ستنحوه الجهود المبذولة لتطوير المنشآت الخشبيّة ، ولفترة طويلة قادمة . مع نموّ القلق المتجلي بالسرعة الكبيرة التي بها تنضب مصادر المواد الأوليّة من العالم ، يقف الخشب على رأس المواد الأوليّة ، القابلة للتجدُّد ، عن طريق تراتيب يقصد منها ، إعادة تشجير المساحات الجرداء الشاغرة ، ومن خلال تطوير علم التأجيم ، والتي من مهامه إرباء الغابات والعناية بها . وها نحن وبالتدريج ، أخذنا نلمس نتائج الجهود المبذولة في هذا الصدد . إنّ الإهتمام بالمنشآت الخشبيّة ، أخذ يستقطب العديد من الباحثين ، خصوصاً أولئك المهتمين بمشاكل تلوُّث البيئة ، لما لهذه المنشآت من أثر ، على تطوير البيئة ، وإغنائها بأنواع من الأشجار ، من مهامِّها أيضاً ، التخفيف من التلوُّث البيئي .

5.14- : فسحت ارتباطات مادّة الخشب ، مع المواد الأخرى في التشكيلات الإنشائيّة ، المجال واسعاً ، باتِّجاه تطوُّرات وإبداعات جديدة ، يوعدنا بها المستقبل القريب . فمنذ عقود قليلة ماضية ، قدّم لنا ارتباط الخشب بمواد بلاستيكيّة ، إمكانيّة إنتاج ألواح اللاّتيه ذات اللواصق الراتنجيّة ، الألـواح الرقـائقيّة ، الألـواح الصفائحيّة المتينة ، والعديد من أنواع المواد الشطائريّة . كلُّ هذه المواد ، كان لها خصائصها الإنشائيّة ، إلى جانب خصائصها الأخرى ، والتي تبتعد بها قليلاً أو كثيراً ، عن تلك التي اتّصفت بها الأخشاب الطبيعيّة ، الخالية من المواد المضافة .

الفصل الثاني

أنواع وصلات ربط قطع المنشآت الخشبية

● **المقدّمة :**

يعنى هذا الفصل بشكل خاص ، بوصلات المنشآت الخشبيّة المعرّضة لحمولات مقرّرة ، على الرغم من أنّ معظم الروابط هذه ، لها تطبيقات أخرى ، كاستخدامها مثلاً عند تجميع وتثبيت مكوّنات العناصر الخشبيّة . هناك كتب عدّة ، عنيت بإظهار أنواع المثبّتات والروابط ، من خلال تفاصيل توضّح طرق تثبيت القطع الخشبيّة ، إلى جدران بيتونيّة أو حجريّة . أمّا هذه الدراسة ، فقد تخصّصت بإعطاء معلومات ذات أهميّة ، بما يجعلها مرجعاً ذي شأن ، فيما يخص موضوع الوصلات المستخدمة في المنشآت الخشبيّة . وتمشياً مع ضرورات استكمال البحث ، حوى الفصل على معلومات تفصيليّة ، صنّفت فيها وصلات القطع الخشبيّة الصلدة ، ولخّصت من خلالها الخصائص الأساسيّة ، للمثبّتات الميكانيكيّة وأدوات التثبيت ، المستخدمة بشكل عام ، في منشآت الأطر الخشبيّة . إنّ مجموعة اللواصق التي حوتها فقرات الفصل هذا ، هي من تلك الغراءات المجمّعة على البارد ، والتي أثبتت التجربة صلاحيّتها للإستخدامات الإنشائيّة . هناك عدد من اللواصق الأخرى ، تستخدم غالباً على الساخن ، وهي أيضاً تستخدم للصق القطع الخشبيّة ، إلاّ أننا لن نتناولها في هذا الفصل ، لكونها خارجة عن نطاق أبحاث هذه السلسلة المبسّطة . إنّ الفقرة التي تناولنا من خلالها وسائل ربط القطع الخشبيّة بألواح اللاتيه الموصولة بيسامير أو رزز معدنيّة ، هي من المعلومات الحديثة ، التي لم يسبق نشرها حتى الآن .

● مدخل البحث :

- **1.01** : تثبّت وصلات القطع الخشبيّة الإنشائيّة ، إمّا بمثبّتات ميكانيكيّة معدنيّة : كالبسامير ، الرزز المشابهة بشكلها لحرف (U) ، البراغي ، وغيرها من القطع المعدنيّة ، أو بمجموعة اللواصق الراتنجيّة . تنعكس العوامل المؤثّرة على مقاومة القطع الخشبيّة ، على مقاومة الوصلات ، بمعنى أنّ المقاومة الإنشائيّة للوصلات ، تتنوّع بتنوُّع المقاومة الإنشائيّة الأصليّة ، للعنصرين المتلاقيين عند نقطة الإتّصال ، سواء أكانت تلك المقاومة ، لمقاومة قوى الشد ، الضغط ، أو قوى القص . كما أنّ مقاومة الوصلات ، تتنوّع وفقاً لأسلوب نقل القوى ، داخل القطع الخشبيّة المتلاقية ، وهو أسلوب مرتبط أساساً باتّجاهات ألياف القطع الخشبيّة هذه . هناك بالطبع عوامل أخرى ، تؤثّر على مقاومة الوصلات ، تتنوّع وفقاً لأسلوب نقل القوى ، داخل القطع الخشبيّة المتلاقية ، وهو أسلوب مرتبط أساساً باتّجاهات ألياف القطع الخشبيّة هذه . هناك بالطبع عوامل أخرى ، تؤثّر على مقاومة القطع الخشبيّة ، وبالتالي على مقاومة وصلاتها ، منها درجة الكثافة ، نسب محتويات العناصر من الرطوبة ، وغيرها من الخصائص الفيزيائيّة الأخرى .

- **1.02** : تعتمد أساليب تحديد قيمة الحمولات ، المسموح لوصلات القطع الخشبيّة بتلقيها ، على تحديد القيم العظمى للمقاومات التي تبديها في التجارب المخبريّة . ما لم يحدث الإنهيار ، نتيجة إخفاق وعجز المثبّتات المستخدمة ، فإنّ النتائج المخبريّة ، تبقى هي الدلالة الصحيحة لفهم التغيّرات الطبيعيّة ، التي تنتاب القطع الخشبيّة ، نتيجة ما تتلقاه من حمولات مفروضة ، ولفهم ما تبديه من مقاومات لمنع تأثيراتها . يجرى تحديد قيمة المقاومة الحديّة الصغرى ، معتمدين في ذلك على أساليب التحليل ، ومن ثمّ تؤخذ القيمة المقدّرة إحصائيّاً هذه ، بعين الإعتبار في العمليّات الحسابية . بل أكثر من ذلك ، يعنى بحساب وتحديد عامل الأمان ، خصوصاً ذاك المتعلّق بإتاحة فرصة إطالة فترة تأثير حمولات إضافية ، دون أن يكون ذلك على حساب قدرة القطعة على مقاومة تلك الحمولات الزائدة ، وهو عامل كما نعرف ، له تأثير كبير في تحديد الأبعاد الإنشائيّة للقطع الخشبيّة . كما تدرس

تأثيرات سوء التنفيذ ، وتأثيرات العوامل الأخرى الطارئة أثناء التنفيذ ، على تحديد قيمة عامل الأمان هذا . يصبح من الضروري لتفادي تشوُّهات الوصلات الزائدة عن الحدود المقبولة ، وبالتالي تقييد مقادير انزلاق العناصر المتلاقية عن بعضها البعض ، وهي قيد الإستثمار ، ومعرَّضة للحمولات التصميميّة ؛ استخدام قيم المقاومات المسموح بها للقطع الخشبيّة ، لتحلّ محلّ القيم المشتقّة من المقاومات القصوى ، حيث تؤخذ القيم الأولى وتستخدم في العمليّات الحسابيّة ، لتحديد الحمولات الأعظميّة ، التي يمكن للوصلات الخشبيّة مقاومتها .

- **1.03** : تحوي العديد من أنظمة البناء والتنفيذ ، العديد من المعلومات الأساسيّة ، تتناول فيها بالشرح والتفصيل ، حمولات التشغيل المسموح بها ، والأبعاد البينيّة لمختلف أنواع مثبِّتات القطع الخشبيّة المستخدمة في المنشآت الخشبيّة . ينبغي قبل إقرار تصميم أيِّ منشأة خشبيّة ، الرجوع إلى تلك الأنظمة والتعليمات والجداول الجاهزة ، حيث تجهَّز عادة تلك الأنظمة بالشروحات والتعليقات اللازمة ، كما تحوي على تفاسير للعديد من الأسباب الكامنة خلف طريقة توزيع قيم وعوامل المقاومات ، على مجموعة العناصر المكوِّنة للمنشأة ، كما تعطي معلومات عديدة ، نفيد منها في تصميم وتجهيز الوصلات المطلوبة .

- **1.04** : إنّ استخراج قيم الحمولات المسموح بها ، هي التي ستحدِّد لنا مع عوامل الأمان المعدَّلة لها ، طريقة التثبيت المناسبة ، وأبعاد وطرق توزيع المثبِّتات المعدنيّة ، كالبسامير ، اللوالب ، البراغي ، الصفائح المسنّنة ، الحلقات المنشطرة ، ووصلات صفائح القص . كما أنّ هذه الحمولات ، هي التي ستحدِّد خصائص وتفاصيل الوصلات المغرّاة . توضع رسومات وتفاصيل ، نحدِّد بها أسس التباعدات ما بين الروابط . ينبغي العمل على تحديد التباعدات ، فور اختيار أسلوب الربط ، ما لم تبيِّن التجربة قوّة الروابط المستخدمة ، أو ما لم تشير النماذج الأوليّة إلى طريقة أخرى .

- **1.05** : إنّ أساليب الوصل الخاصّة ، لا يمكن الوقوع عليها بسهولة ، إن نحن تصفّحنا أنظمة البناء ، إذ لا بدّ من ابتكار ما يناسب التصاميم الخاصّة ، من خلال

متابعة ما تنتجه وتروِّجه المصانع من قطع جديدة ، نراها متناثرة في محلّات بيع الخرداوات . وبشكل عام ، لا بدّ من إجراء تجارب ، وتملُّك معلومات مخبريّة دقيقة ، نثق بصحّتها ، قبل الشروع في أعمال التصميم ، فالوثوق بالشركة الصانعة ، لا يعفينا من إجراء التجارب على القطع الجديدة ، للتأكّد من مدى مطابقتها للمواصفات المنصوص عنها في نشرات الترويج لها . تتم إجراء التجارب . في مخابر مستقلّة ، لا علاقة لها بالشركة الصانعة .

*** اختيار الوصلة :**

- 1.06 : ينبغي أن تولى أساليب التجميع ، تفاصيل الوصل ، وظيفة ونوعيّة المثبِّتات ، الإجهادات المسموح بها ، والتباعدات الخاصّة بنموذج الحمولة المعطاة ؛ عناية فائقة . تستخدم عادة ، العديد من أساليب الوصل ، بهدف تنفيذ وصلة معطاة . ينبغي أنْ تتماثل تلك الأساليب في كفاءتها ، وحسن تنفيذ ما يطلب منها ، من الوجهة الإنشائيّة الصرفة . تتحكّم عادة بأساليب الإختيار ، اعتبارات اقتصاديّة ، تعتمد بشكل أساسي على سهولة تصنيع أو تجميع القطع هذه ، وفق أساليب متنوِّعة ، كما تعتمد على كلفة القطع والملحقات ، وعلى ما يتاح من مهارات ضروريّة ، وبرامج مناسبة لسير العمليّة التصنيعيّة . وبشكل عام ، تتطلّب الوصلات الآليّة ، شروطاً تطبيقيّة أقلّ صرامة ، وكذلك مراقبة أقلَّ لصوقاً ، ممّا تحتاجه الوصلات المغرّاة . يتطلّب إنتاج أنواع محدّدة من الوصلات الشائعة ، كالصفائح المعدنيّة المخرّمة ، المستخدمة في أعمال التثبيت ؛ تجهيزات خاصّة ، لذا كان من الملائم إنتاجها في مصانع متخصِّصة ، بينما نجد بالمقابل ، بعض المثبِّتات البسيطة ، التي يمكن أن تنتجها ، العديد من الورشات المنتشرة هنا وهناك .

● وصل أجزاء المنشآت باللواصق .

- 2.01 : تعدُّ طريقة التغرية ، إحدى الأساليب ، التي إن طبِّقت بدقّة ، قدّمت لنا نتائج مذهلة ، منها الوصول إلى وصلات متينة ، صلدة ، وذات تحمُّل عال ، سواء أكانت مساحة الوصل بسيطة أو متّسعة الأبعاد . يمكننا من خلال أسلوب التغرية ، التخلُّص من منظر عناصر التثبيت المعدنيّة ، وبالتالي الوصول إلى سطوح نقيّة حسنة المنظر . يمكن أن تعدُّ اللواصق بمختلف أنواعها ، روابط كافية ، إن روعيت الظروف الخاصّة بها ، وبمبرِّرات ثبات خصائصها ، وروعي تنفيذها بيد خبير . يمكن تقدير متانة العناصر الإنشائيّة ، بمدى قدرة تلك العناصر وهي مكشوفة ، على مقاومة كافّة التغيُّرات الناشئة عن تقلُّبات الطقس ، والخصائص المناخيّة للموقع . تصمّم العناصر الإنشائيّة عادة ، لتدوم صلاحيّتها الإستثماريّة ، ما لا يقل عن خمسين عاماً ، ممّا يدعونا إلى بذل المزيد من الجهد ، للتوصُّل إلى لواصق أكثر كفاءة ، وقادرة على الصمود فترة أطول . لا يمكننا من خلال ما لدينا من لواصق راتنجيّة مصنّعة ، ضمان ثبات الوصلات ، لفترة تزيد عن الفترة المتراوحة ما بين (25 - 20) عاماً . تقدِّم اللوحة (١ - ٢) ، معلومات تتضمّن أنواع الوصلات الممكنة بإسلوب الغراء المعالج على البارد ، والتي تتلاءم مع ظروف تعريض متباينة التغيُّرات .

- 2.02 : يمكن الركون فقط إلى الإختيار المناسب للواصق الإنشائيّة ، عند تحديد تصانيف متانة وقدرة تحمُّل وصلات العناصر المترابطة ، إذ تلعب عوامل أخرى ، دورها في تحديد تلك المتانة ، منها : عمر الوصلة ومدى شدّة التغيُّرات الحراريّة الطارئة على سطح المبنى ، أو شدّة التغيُّر الحاصل على نسب رطوبة الأجواء المحيطة . كما يعدُّ مدى سهولة التعامل مع المادّة اللاصقة ضمن المصنع ، عاملاً آخر من العوامل الهامّة ، المؤثِّرة على تحديد مدى متانة وتحمليّة الوصلة .

- 2.03 : إلى سنوات قليلة مضت ، كانت حشوات الريزورسينول ذات الرائحة النفّاذة ، هي المعتمدة في سدِّ الفجوات المتروكة ما بين الوصلات ، وفي منح تلك الوصلات ، المتانة القصوى المطلوبة . لقد

اللوحة (١ - ٢) : تظهر اللوحة قائمة باللواصق المستخدمة تلبية لظروف تعريض متباينة التصنيف .

ماهيّة وتركيب اللاّصق	نماذج	ظروف التعرُّض	تصنيف الأخطار
ريزورسينول - فورمالديهايد فينول - فورمالديهايد «يستخدم على البارد» .	اللواصق المستخدمة في تثبيت وصلات المنشآت البحريّة ، وفي تثبيت وصلات العناصر الإنشائيّة المستخدمة لأغراض خارجيّة أو المجمّعة بحيث يكون فيها خط اللاّصق مكشوفاً وموجّهاً باتّجاه أجزاء المنشأة	معرّض بالكامل لتقلُّبات الطقس	خارجيّة خطر عظيم
ريزورسينول - فورمالديهايد فينول - فورمالديهايد «يستخدم على البارد» . فورمالديهايد الميلامين /فورمالديهايد البولة	اللواصق المستخدمة في تثبيت وصلات أسطح الشرفات والمصاطب المتواجدة من جهة الداخل	معرّض لتقلُّبات الطقس إلاّ أنه محمي من تأثيرات الرياح والأمطار .	خطر قليل الفعّاليّة
ريزورسينول - فورمالديهايد فينول - فورمالديهايد «يستخدم على البارد» . فورمالديهايد الميلامين / فورمالديهايد البولة	اللواصق المستخدمة في تثبيت وصلات أسطح الشرفات والمصاطب المتواجدة من جهة الداخل	تتفاقم الأخطار عند وضع اللاّصق ضمن أبنية مغلقة ، ليتعرّض لحرارة ورطوبة الفراغات المغلقة ، و / أو لتقلُّبات شديدة تنتاب حرارة ورطوبة تلك الفراغات .	داخليّة خطر عظيم
ريزورسينول - فورمالديهايد فينول - فورمالديهايد «يستخدم على البارد» . فورمالديهايد الميلامين /فورمالديهايد البولة كازين	اللواصق المستخدمة في تثبيت وصلات العناصر الداخليّة المتواجدة ضمن تشكيلة الأبنية السكنيّة ، الأروقة والممرّات ، حجرات العبادة ، واللواصق المستخدمة في تثبيت وصلات العناصر الداخلية المتواجدة ضمن تشكيلة أبنية المزارع .	تنخفض تأثيرات الظروف المحيطة ، حين وضع اللاّصق ضمن أبنية مأهولة ، ومزوّدة بفتحات للتهوية .	خطر منخفض الفعّاليّة
ريزورسينول - فورمالديهايد فينول - فورمالديهايد «يستخدم على البارد»	المنشآت المتواجدة إلى جوار مصانع وتجهيزات ، S تنبعث منها مواد ومركّبات كيميائيّة ، أو المنشآت ﴾ الملحقة بمصانع البطاريّات الكهربائيّة ، بورشات الصباغة ، وبحمّامات السباحة .	تتعرّض اللّواصق لظروف بيئيّة خاصّة ، إن تلوّثت الأجواء المحيطة بها ، ببعض المركّبات الكيميائيّة .	ذي مواصفات خاصّة

١ : هناك معطيات قليلة ، تتاح لنا لمعرفة أداء الغراء المكوّن أساساً من مادتي فورمالديهايد الميلامين وفورمالديهايد البولة ، ومدى فعّاليّته على المدى الطويل ، إلا أنّ مصانع إنتاج الغرامات ، هي التي تضمن لنا الخصائص الملائمة لدلالات الصيغ التركيبيّة هذه .

2 : تبنّت مصانع إنتاج الغراء في الآونة الأخيرة ، برامج تطويريّة ، الغاية منها تحسين أداء الغراء المكوّن من مادّة فورمالديهايد البولة ، لكي يتيسّر استخدامه لجمع أجزاء عناصر تستخدم في الإكساءات الخارجيّة ، المعرّضة لأخطار منخفضة الشدّة ، وفي الإستخدامات الداخليّة ، المصنّفة أجواؤها ، ضمن مجموعة الظروف شديدة الخطورة . إن أريد استخدام الغراء هذا ، ضمن أبنية معرّضة لظروف كهذه ، لا بدّ من مراجعة نشرات المصانع المنتجة ، للتأكّد من صلاحيّتها للإستخدام ، وسط ظروف كهذه .
تستخدم في منشآت مؤقّتة ، حيث لا يراد للمنشأة أن تستمر صالحة للإستثمار ، مدّة تزيد عن عشر سنوات ، لذا كان الغراء المرموز لمادّتيه المكوّنتين بالرمز MF/UF ، هو الغراء المناسب .

تمكنت هذه المادّة ، من اكتساب الثقة ، لكونها مادّة أثبتت صلاحيّتها ، الإجراءات الآلية والفحوص المخبريّة ، وبذلك صمدت فترة طويلة ، بوجه كافّة الإعتراضات الموجّهة لها ، كما مكّنتنا من الوصول إلى وصلات عالية التحمُّل . هذا ، وعلى الرغم من أنّ صعوبات الحصول على المادّة هذه ، أخذت تتناقص في الآونة الأخيرة ، إلاّ أنّ بقاء مشكلة نقص الكميّة المتاحة منها ، دعى المصمِّمون إلى البحث عن حلول بديلة ، فكانت لهم العديد منها ، كمادّة «الفينول ـ فورمالديهايد» ، المكافئة في أدائها لمادّة «الريزورسينول ـ فورمالديهايد» ، إلاّ أنّها تتطلّب عند الإستخدام والتعامل معها ، مزيداً من العناية .

- **2.04** : هناك العديد من اللواصق ، أغفلتها اللوحة (١ ـ ٢) ، أهمُّها الراتنجينيّات الإيبوكسينيّة ، وهي نوع من اللواصق ، تستخدم في تثبيت القطع الخشبيّة الخام ، ألواح اللاّتيه ، والألواح الخشبيّة المصنّعة الأخرى ، والمعدّة لمعالجة السطوح المعدنيّة ، وبعض المواد الأخرى ، كالزجاج والمواد البلاستيكية . هناك مجموعة أخرى من اللّواصق ، أخذت تشير إليها ، الأبحاث المجراة حديثاً على القطع الخشبيّة ، وهي مجموعة مسمّاة بـ «ELASTOMERICS» . تدل التجارب على أنّ هذه المجموعة من اللّواصق ، لا تتوافق مع التعريف التقليدي للاّصق من الناحية الإنشائيّة ، إذ تظهر التجربة ، سلوك اللاّصق تجاه الحمولة ، المتمثّل بتدفّق اللاّصق تدفّقاً لدناً ، إن تلقّى جزءاً من حمولة المبنى . إن الخاصيّة هذه في الواقع ، هي التي تعطي للمادّة اسمها . يمكن أن نجد لهذه المواد استخدامات إنشائيّة ، متمثّلة في قدرتها على مقاومة الحمولات قصيرة الأجل ، كتلك الناشئة عن حمولة الرياح أو قوى الصدم ، كما أنّها تمنح العناصر المترابطة ، مزيداً من الصلابة ، وذلك عند اقترانها بالمثبّتات الآليّة ، المستخدمة في تثبيت وصلات عناصر المنشآت المركّبة ، كالأسقف القشريّة المُجْهَدة ، وبانوهات الأرضيّة .

● طريقة وصل القطع الخشبيّة بألواح اللاتيه المثبّتة بمسامير ومشابك التثبيت :

- **3.01** : إنّ طريقة الوصل الأكثر سهولة وفعّاليّة ، هي تلك التي تعتمد ألواح اللاّتيه ، المثبّتة بمشابك ومسامير ، في ربط القطع الخشبيّة الخام بعضها ببعض . إنّ تغطية المنشآت المركّبة من مجموعة من العناصر المتآلفة ، كالروافد الشبكيّة ، الجسور المصنّعة وتراتها من ألواح اللاّتيه ، البوّابات المقوّاة بوصلات مثلثيّة مشكّلة من صفائح رقائقيّة ، والجدران ذات الدعامات الشاقوليّة ، بألواح من اللاّتيه ، بغية الحصول على جدران قص ، مقاومة لقوى الرياح ؛ تعدُّ أمثلة لما يمكن أن تقدّمه لنا المسامير والمشابك من خدمات ، في حقل وصل وربط القطع الخشبيّة الخام ، بعضها ببعض . تسهم صفائح خشب اللاّتيه ، والوصلات المثلثيّة المشكّلة منها ، في تعزيز صلابة الوصلة ، بما يجعلها كفوءاً لتحمُّل العزوم ، وأهلاً لنقل قوى القص ، ومجموعة القوى المباشرة .

- **3.02** : يعدُّ استخدام مسامير الوصل في نقل الحمولات الضخمة ، أكثر أماناً من نقلها عن طريق الغراء ، إذ ترتبط مقاومة الوصلات المغرّاة ، بإجهادات القص المسموح بها ، والتي قيمها منخفضة نسبيّاً ، في الصفائح الرقائقيّة المغرّاة ، (نعني بإجهادات القص ، إجهادات القص الحلقيّة) . إنّ السمة المميِّزة الهامّة الأخرى ، التي تختصُّ بها مسامير ومشابك التثبيت ، هي إمكانيّة إنجاز عمليّة الربط ، بجهد ضئيل ، إذا ما قورن بما يتطلّبه الربط عن طريق المواد الغرويّة ، دون أن يؤثّر ذلك على فعّاليّة الوصلة ، بل بالعكس ، تعطي إحساساً بالثقة ، لا توفِّره الوصلات المغرّاة ، التي ينبغي فحصها وإعادة التأكّد من صلاحيّتها أثناء التصنيع .

* التسمير المكثّف :

303 : تضع أنظمة البناء طرقاً وأساليب ، بها نستطيع تنفيذ سلسلة من اختبارات التسمير المكثّف . تدق المسامير ذات الأبعاد المختلفة ، مخترقة لوح اللاتيه ، إلى أن تتجاوز مختلف الطبقات الخشبية المكوّنة للوح ، دون أن نلحظ شقوقاً ذات شأن ، ناشئة عن اختراق المسامير للشرائح والطبقات الخشبيّة هذه ، حتى وإن كانت المسافات المتروكة ما بين محاور المسامير ، مسافات بسيطة ، تقل عن تلك المنصوح بها ، في أنظمة البناء .

إنّ كافّة التعليمات المنصوص عنها في أنظمة البناء ، والمتعلّقة بطرق التسمير ، هي تعليمات تخصّ طرق تثبيت الوصلات المنفّذة من قطع خشبيّة صلدة ، لذا يقتصر المنفذ على الإستئناس بها وليس التقيّد بمحتوياتها ؛ وذلك عند اختيار المسافات البينيّة التي تفصل ما بين مسامير تثبيت ألواح اللاتيه بالقطع الخشبيّة . إنّ تحديد الأبعاد البينيّة ، المتروكة ما بين المسامير ؛ يجري تبنيها من خلال استقراء نتائج التجارب العمليّة ، إذ وفقاً لها نحدِّد الأبعاد البينيّة ، والأبعاد المنصوح بتركها ، ما بين المسمار الطرفي ، وحافّة لوح اللاّتيه .

- **3.04** : يوضح الشكل (١ - ٢) ، نموذجاً تجريبيّاً ، تظهر فيه طريقة توزّع مسامير التثبيت ، كما تشير اللوحة (٢ - ٢) ، إلى قابليّة تثبيت ألواح اللّاتيه ، إلى أنواع من القطع الخشبيّة ، مستخدمين لذلك مسامير ذات أقطار ضخمة ، تصل أطوالها إلى حوالي (50m.m) .

37 mm
12 mm
12 mm
12 mm
12 mm

الشكل (١ - ٢) : يظهر الشكل ، التوزيع النموذجي لمسامير التثبيت .

اللوحة (٢ - ٢) : تظهر اللوحة الأقطار الأعظميّة لمسامير تثبيت أطوالها (50 m.m) ، تدق وفق النموذج المبيّن في الشكل (١ - ٢) ، في ألواح من اللاّتيه سماكتها (12 m.m) ، مصنّعة من الخشب القاسي ، لتخترق قطعاً خشبيّة متنوِّعة المصادر ، دون أن يسبِّب ذلك شروخاً ذات شأن ، تظهر على سطح لوح اللاّتيه ..

نوعيّة القطعة الخشبيّة	13	12	11	10	9	SWG
	2·3	2·6	2·9	3·3	3·7	mm
	قياس القطر (gauge)					
قطع خشبيّة ليّنة						
خشب أحمر أوروبي					•	
خشب أبيض أوروبي					•	
خشب الشوكران				•		
شوح		•				
قطع خشبية قاسية						
Afara				•		
Antiaris				•		
Ayan		•				
Berlinia		•				
Brown Sterculia		•				
Ceiba				•		
Celtis				•		
Dahoma				•		
Greenheart		•				
Guibourtia		•				
Kapur		•				
Keruing		•				
Missanda		•				
Okan		•				
Okwen		•				
Opepe				•		

تدلُّ التجربة على أنه بالإمكان تطبيق المعلومات الواردة في الجدول (٢ ـ ٢) ، دون اللجوء إلى التثقيب المسبق ، لتحديد أماكن تواجد مسامير التثبيت ، بل يكتفى بدق المسامير دقاً يدوياً ، حيث يخترق المسمار لوح اللاتيه ، وصولاً إلى القطع الخشبيّة المراد تثبيته عليها ، مستعينين على تحديد شكل توزّع المسامير ، بالنموذج الموضّح في الشكل (١ ـ ٢) .

تؤثر على نجاح عمليّة التسمير ، عوامل عديدة ، منها نسبة محتويات القطع الخشبيّة من الرطوبة لحظة التثبيت ، درجة تشوُّه القطع الخشبيّة المراد تثبيت ألواح اللاتيه عليها ، طبيعة واتّجاهات تعرُّق السطوح ، وما ينتظر من القطع الخشبيّة تحمُّله بعد إنجاز عمليّة التسمير .

3.05 : تقدِّم اللوحة (٣ ـ ٢) ، موجزاً لتعليمات نحدِّد بها ، المسافات البينيّة الواجب تركها ما بين محاور مسامير تثبيت ألواح اللاتيه ، بكافّة القطع الخشبيّة الليّنة ، وبمعظم أنواع القطع الخشبيّة القاسية . تُتبنّى الأبعاد البينيّة الموضّحة في اللوحة ، سواء أكانت طريقة التسمير تعتمد الدق المباشر للمسمار ، ومن ثمّ ليِّ رأسه أو تركه يخترق وجهي الوصلة ، أم كانت طريقة التسمير تعتمد على دقّ مسمار من كلّ جانب . إن اتّبِعَت طريقة التسمير ، المعتمدة على دقّ المسامير من كلّ جانب ، فعلى المنفِّذ التأكُّد من ابتعادات محاور المسامير ، بما يحقق النموذج الموضّح في الشكل (١ ـ ٢) ، وذلك على كلا جانبي الوصلة ، ومن ثمّ يصار إلى التأكُّد من أنّ مواقع مسامير الجانب الأوّل ، تتداخل وتتناوب بشكل تعاقبي ، مع مواقع مسامير الجانب المقابل .

اللوحة (٣ ـ ٢) : تظهر اللوحة الأبعاد البينيّة الأصغريّة ، العائدة لمسامير تثبيت ، تدق من دون إحداث ثقوب مسبقة ، تساعد على إختراق المسمار للوح اللاّتيه المراد تثبيته إلى قطعة خشبيّة صلدة .

المسافات البينية	المسافة مقاسة بمضاعفات قطر المسمار
بُعْد المسمار عن طرف القطعة	14 d
بعد المسمار عن حافّة القطعة	5 d
المسافة الجانبيّة الواقعة ما بين صفوف المسامير*	10 d
المسافات البينية الواقعة على محاذاة ألياف القطعة الخشبيّة المتواجدة ما بين المسامير المتجاورة .	7 d

* أو المسافة الجانبيّة لزوج من المسامير المتجاورة ، إن استخدمت طريقة التسمير وفق الترتيب الداخلي .

ليس من الصعب تحقيق الملاحظة السابقة ، خصوصاً إن اعتمد المنفّذ ، على صنع نموذج مصغّر ، مشابه للقطعة الخشبيّة الأصليّة ، لاستخدامها في إظهار طريقة التسمير ، وتحديد أماكن توزُّع مسامير التثبيت .

إن أريد تثبيت ألواح اللاتيه ، على قطع خشبيّة ، أغفلت ذكرها اللوحة (٢ ـ ٢) ، أو صادفت المنفِّذ ظروفا دفعت به إلى تغيير طريقة ترتيب أماكن مسامير التثبيت ؛ فلابدّ عندها من إجراء تجارب على قطع خشبيّة قصيرة الأبعاد ، للوصول إلى طريقة التثبيت الأكثر ملاءمة .

* تحديد سماكة لوح اللاتيه :

3.06- : للوصول إلى مجمل ما في المسمار من قوّة تعمل على وصل وربط لوح اللّاتيه بالقطع الخشبيّة الصلدة ، لابدّ من اختيار قطر للمسمار ، من الضخامة بحيث نحقّق المطلوب ، دون أن يسبّب ذلك شرخاً يصيب بنية لوح اللاتيه . هناك عامل آخر ، لابدّ من أخذه بعين الإعتبار ، عند التفكير في الوصول إلى وضع كامل طاقة المسمار على الوصل موضع الإستثمار ، ألا وهو اختيار السماكة الملائمة للوح اللاتيه ، والقادرة على تحسين مقاومة المسمار لعوامل النزع . توضّح اللوحة (٤ ـ٣) ، السماكات الأصغريّة الملائمة لمسامير تثبيت ذات أقطار محدَّدة ، وذلك للوصول إلى استيعاب كامل قدرة المسمار على التثبيت . تناولت اللوحة ، متطلّبات وصل ألواح من اللّاتيه ، بقطع من الخشب الليِّن .

اللوحة (٤ ـ ٢) : تظهر اللوحة السماكات الأصغريّة لألواح من اللّاتيه ، مصنّعة من خشب الشوح ، القادرة على استيعاب الحمولة الكاملة لمسامير تثبيت أبعادها كالتالي :

سماكة لوح اللّاتيه	قطر مسمار التثبيت SWG	قطر مسمار التثبيت mm
8·0 mm ($\frac{5}{16}$in)	12	2·6
9·5 mm ($\frac{3}{8}$in)	10	3·3
12·5 mm ($\frac{1}{2}$in)	9	3·7
16·0 mm ($\frac{5}{8}$in)	7	4·5

من الواضح أن هذه المعلومات ، لا تبق صحيحة إن طُبِّقت على ألواح من اللاّتيه المصنّعة من قطع خشبيّة أكثر قساوة ، إذ في هذه الحالة ، تكفينا ألواح أقل سماكة ، لكي نصل بها إلى ما يمكن معه استغلال كامل قدرة المسمار على الوصل . تفقد هذه المعلومات قيمتها ، إن طُبِّقت على ألواح يراد وصلها بقطع خشبيّة أكثر كثافة ، لما يصيب الوصلة من عجز ، مردّه اجتياز رأس المسمار ، للشرائح المكوِّنة للوح اللاّتيه .

* تحديد قيم الحمولة الجانبيّة :

3.07- : لا تحوي أنظمة البناء جداولاً ، نحدِّد بها قيم الحمولات الجانبيّة ، التي يستطيع أن يتحمّلها مسمار الوصل . على أيِّ حال ، تشير نتائج التجارب ، إلى أنّ الحمولات الجانبيّة الأساسيّة ، المعرّض لها مسمار الوصل ، قادرة على نزعه ، إن بلغت قيماً مساوية لما هو مدوّن في جداول أنظمة البناء ، الخاصّة بطرق تسمير القطع الخشبيّة الصلدة ، بعضها ببعض . إنّ قيمة الحمولة الجانبيّة الصحيحة ، العائدة لألواح اللاّتيه المسمّرة إلى قطع خشبيّة صلدة ، تساوي القيمة العائدة للقطع الخشبيّة الصلدة ، المسمّرة إلى بعضها البعض ، مضروبة بعامل الديمومة المرموز له بالكود البريطاني بالرمز (K_{21}) .

تصادفنا أثناء التصميم ، حالات نادرة ، يكون المطلوب فيها ، تسمير ألواح اللاتيه المصنّعة من خشب لين ، إلى قطع خشبيّة صلدة وذات كثافة عالية . تضطرنا مثل هذه الحالات ، إلى البحث عن طرق للوصل ، قادرة على تحمُّل حمولات جانبيّة عالية ، وبالتالي اختيار سماكات وكثافات ، تصيب مسامير التثبيت بأضرار ، تحيلها بها إلى أدوات عاجزة عن أداء وظائفها ، كأن تتاح الفرصة ، لكي يغور رأس المسمار ، ضمن الشرائح المكوِّنة للوح اللاّتيه .

* مشابك التثبيت :

3.08- : يمكن لنا أن نحسب الحمولة الجانبيّة المسموح بها ، لكل مشبك من المشابك المعدنيّة ، مستعينين على ذلك بالقاعدة التالية :

تدل التجربة على أنّ قيمة الحمولة الجانبيّة المسموح بها لمشبك معدني ، تعادل الحمولة الجانبيّة المسموح بها لمسمار تثبيت ، قطره يعادل مرّة ونصف قطر المشبك المعدني . هذا يعني أنّه في حال كان لدينا مشبك معدني ذي ساقين ، أبعاده (50×1.6mm) ، فإنّ قطر المسمار المكافىء له يساوي :

1.6×3/2=2.4mm.

إنّ قطر المسمار هذا ، ما زال أدنى من القطر الأصغري ، المستخدم في ربط ألواح اللاّتيه بالقطع الخشبيّة الليّنة ، والموضّحة أقطاره في اللوحة (٤ ـ ٢) . وكما هو ملاحظ في اللوحة ، يعدُّ المسمار ذي القطر المساوي لـ (2.6m.m) ، هو أقرب قطر لمسمار ذي قطر كافي . لذا تنخفض الحمولة الجانبيّة المسموح بها ، نتيجة لاستخدامنا لمسمار قطره (2.6mm) ، عوضاً عن مسمار قطره (2.4m.m) ، بنسبة مربعي القطرين ، أي :

$$\frac{(2.4)^2}{(2.6)^2} \times 178 = 152 \text{ N}$$

ملاحظة : تعطينا الجداول ، قيمة الحمولة الجانبيّة المسموح بها ، لمسمار قطره (2.6m.m) ، وهي تساوي (178 N) .

3.09- : ينبغي أخذ درجة مقاومة حديد المشبك للصدأ بعين الإعتبار ، إن أردنا استخدام القاعدة آنفة الذكر ، إذ نحتاج في معظم الأحيان ، إلى توسيع قطر المسمار المكافىء ، لتغطية ما يمكن أن يبلى من قطر المسمار .

يتولّد عن المشابك المغروزة ضمن القطع الخشبيّة كثيفة البنية ، قوى شد ، تصل بالمشبك المعدني ، إلى حدٍّ يعجز معه على مقاومتها ، مما يحول دون الركون إلى القاعدة السابقة .

* التسمير الكثيف للقطع الخشبيّة الصلدة :

3.10- : هناك اعتقاد بأنّه لا يمكن الوصول إلى وصلات إنشائيّة ، مصنّعة من قطع خشبيّة ذات بنية كثيفة ، ما لم تثقّب مسبقاً ، الأماكن التي يراد لمسامير التثبيت أن تحلّ فيها . يمكننا التخلّص من ضرورة التثقيب المسبق لأماكن تواجد مسامير التثبيت ، إن استخدمنا كتائف تثبيت مثلثيّة الشكل ، مصنّعة من خشب اللاّتيه ، مثبّتة إلى قطع خشبيّة صلدة ، بمسامير ذات أبعاد بسيطة ، وبذا نحصل أيضاً على وصلات قويّة ، دون اللجوء إلى التثقيب المسبق ، لأماكن تواجد مسامير التثبيت .

يستخدم في بريطانيا اليوم ، كتائف تثبيت مصنّعة من ألواح اللاّتيه سماكة (12m.m) ، مثبّتة بمجموعة

متراصّة من مسامير التثبيت أطوالها (50m.m) ، وأقطارها تصل إلى حوالي (3.3m.m) . تصمّم الوصلة ، بحيث يمكن ترتيب أماكن تواجد مسامير التثبيت ، بما يضمن ، الوصول إلى وصلة قويّة ، دون اللجوء إلى التثقيب المسبق .

● تصنيف الوصلات :

4.01- : يمكننا تصنيف الوصلات وفق العديد من الطرق ، أولها ما كان معتمداً على طرق التصنيع ، سواء أكانت اقتطاعاً ، معتمدة على مثبّتات معدنيّة ، أو على مواد غرائيّة ، إذ يمكن اعتبار الأقسام الثلاثة هذه مفتاحاً للتصنيف .

يمكن تصنيف الوصلات أيضاً ، وفقاً لنوعيّة المثبّت أو وظيفته . تنتاب كافّة الأساليب هذه ، صعوبات تتبدّى إن كانت الرغبة منصبّة على تصنيف الوصلات هذه وفقاً لوظائفها . فعلى سبيل المثال ، تستخدم كافّة الوصلات المقتطعة ، المعتمدة على المثبّتات الآليّة والمغرّاة ، في إنجاز وصلة أجنحة الجمالونات ، كما نستطيع أيضاً وبسهولة ، تصنيف الوصلة هذه ، وفقاً لطرق انتقال القوى ، إذ يمكن إدراج الوصلة هذه ، ضمن مجموعة العناصر الحاملة لقوى الضغط والشد ، والناقلة لقوى القص وعزوم الإنعطاف .

هذا ، وسنتناول في الفصل الثالث ، تفاصيل الوصلات المصنّعة وفقاً لوظائفها .

الفصل الثالث

تفاصيل الوصلات المتاحة

● المقدِّمة :

يتألف الفصل هذا من فقرتين ، نتناول فيهما أمثلة ومعلومات ، نفصِّل بها ، ما سبق أن ناقشناه في الفصل الثاني .



● مواصفات وصلات القطع الخشبيّة الصلدة :

- 1.01 : تبحث الفقرة هذه ، في الوصلات المصنّفة وفقاً لأنماطها الوظيفيّة . لهذا وبصرف النظر عن الخصائص والمواصفات الأخرى ، ستجري أولاً مناقشة الوصلات الطرفيّة ، ومن ثمّ الوصلات المفصليّة ، وأخيراً تفاصيل وصلات القطع الداخلية في بنية عناصر المنشآت الخشبيّة الهيكليّة .

* أنواع وتفاصيل الوصلات الطرفيّة :

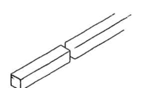
- 1.02 : تستخدم هذه الوصلات لأغراض إنشائية . هذا ، وسنتناول بالتفصيل ، ستّة أنواع منها .

- **الوصلة التناكبيّة** ، انظر الشكل (١ ـ ٣) :

- 1.03 : تتحمّل الوصلة التناكبيّة من قوى الشد ، ما قيمته تساوي (1/20) من قيمة قوى الشد ، التي كان يمكن للقطعة الخشبيّة الصلدة أن تتحمّله ، وهي في حالتها المنفصلة .

- 1.04 : يستخدم في تحقيق الوصل ، عدداً من اللواصق المحدّدة مواصفاتها ، ضمن بنود أنظمة البناء .

- 1.05 : تنفّذ الوصلات التناكبيّة عمليّاً ، لتحقيق أغراض لا علاقة لها بالوظائف الإنشائيّة ، أو لوصل الصفائح الخشبيّة ، حيث تتشابك وتتداخل الوصلات وفق ترتيب تعاقبي ، ممّا يتيح لنا إهمال المقاومة الأساسيّة للصفيحة ، أمام المقاومة التي تبديها الوصلة التناكبيّة .



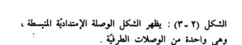
الشكل (١ ـ ٣) : يظهر الشكل الوصلة التناكبيّة ، وهي شكل من أشكال الوصلات الطرفيّة .

ـ الوصلة القرانيّة المنبسطة :

- **1.06** : يبلغ ميل انحدار الوصلة القرانيّة المنبسطة ، الموضّحة في الشكل (٢ ـ ٣) ؛ 1/12 ، مما يسمح بوصول مقاومتها إلى ما نسبته (% 85) من مقاومة القطعة الخشبيّة الصلدة ، وهي في حالتها المنفصلة . ترتبط مقاومة الوصلة القرانيّة بزاوية الميول .

- **1.07** : يستخدم في الوصل ، عدداً من اللواصق ، المحدّدة مواصفاتها ضمن بنود أنظمة البناء .

- **1.08** : تمتاز الوصلات القرانيّة ، من بين مجموعة الوصلات الطرفيّة ، بمقاومتها العالية نسبيّاً ، إلاّ أنّ لها أيضاً مثلبتين ، الأولى وتتمثّل بضياع كميّة كبيرة



الشكل (٢ ـ ٣) : يظهر الشكل الوصلة الإمتداديّة المنبسطة ، وهي واحدة من الوصلات الطرفيّة .

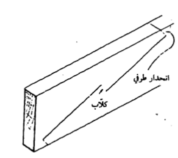
من المادّة الخشبيّة ، تقدّم قرباناً ، إلى أن تصل القطعة الخشبيّة ، إلى شكل يتلاءم وشكل الوصلة القرانيّة . وثانيها ، صعوبة إيجاد مكان للوصلة ، أثناء عمليّة التصنيع .

ـ الوصلة القرانيّة المتدرِّجة :

- **1.09** : استنبط المهندسون الكنديون ، أمثال الوصلات الموضّح نموذجاً لها في الشكل (٣ ـ ٣) ، لكي يتسنى لهم التوصّل إلى وصلة ، مشابهة في عوامل التقلّص ، لتلك العائدة للوصلات القرانيّة المنبسطة . إلاّ أن لتقليص الأبعاد الصافية ، العائدة لمقطع قطعة يراد وصلها بأخرى ، وصلة قرانيّة متدرِّجة ؛ نستعين بطريقة الإقتطاع المتدرِّج لحواف القطعة . يسبّب تدرُّج ميل القطعة ، ارتفاعاً ملحوظاً في الإجهادات الواقعة عند حواف الوصلة .

تبدي الوصلة مقاومة للقوى المعرَّضة لها ، تصل إلى نصف ما يمكن أن تبديه القطعة الخشبيّة ، وهي في حالتها المنفصلة .

- **1.10** : يستخدم في تحقيق الوصل ، عدداً من اللواصق ، المحدّدة مواصفاتها ضمن أنظمة البناء .



الشكل (٣ ـ ٣) : يظهر الشكل الوصلة الإمتداديّة المتدرِّجة ، وهي واحدة من الوصلات الطرفيّة .

- 1.11 : تساعد ثلوم وتدرُّجات الوصلات القرانيّة ، في معرفة حدود الوصلة ، إذ يتكامل نصفي الوصلة في الإتِّجاه الطولي . هذا ، ونتيجة لتأثيرات تدرُّج القطع ، على مقاومة الوصلة ، تستخدم الأشكال المبسّطة منها ، حيث يتبنّى المصمِّم الوصلات ذات الخطاطيف الخالية من التدرُّجات في الإتجاه الطولي .

ـ الوصلة الإصبعيّة :

- 1.12 : ينبغي أن تقترن المقاومة الإنشائيّة للوصلة الإصبعيّة ، بالمقاومة الأساسيّة للقطعة قبل الوصل ، ممثِّلة بذلك الإجهاد المطبّق على الوصلة ، منسوباً إلى المقاومة الصرفة للقطعة الخشبيّة ؛ بمعنى أنّه إن كانت مقاومة الوصلة ، مصنّفة ضمن الجدول تحت الرقم (40) ، فهذا يعني أنّ مقاومة الوصلة تساوي (% 40) من مقاومة القطعة الخشبيّة ، وذلك قبل وصلها بالقطعة الأخرى ، أنظر الشكل (٤ ـ ٣) .

- 1.13 : يستخدم في الوصل ، عدداً من اللّواصق ، المحدّدة مواصفاتها ضمن بنود أنظمة البناء .

- 1.14 : إنّ من المميِّزات الرئيسيّة ، التي تختصّ بها الوصلات الإصبعيّة ، هو كونها وصلة محدّدة الهويّة ، لها مكان مخصّص ، ضمن تشكيلة المبنى ، كما أنّها تمتاز بضآلة ما يهدر من خشب القطعة ، أثناء تهيأتها ، والوصول بها إلى شكل يلائم شكل الوصلة الإصبعيّة المطلوبة .

1.15 - : تحدِّد أنظمة البناء ، استخدامات الوصلات هذه ، وتدرجها مصنَّفة ضمن أربعة مجموعات :

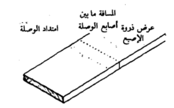
التصنيف الأوّل : وتندرج ضمنه مجموعة الوصلات ، المصنّعة من قطع أو صفائح خشبيّة ، والمستخدمة لأغراض إنشائيّة . تفوق مقاومة الوصلات هذه عادة ، الحدّ الأصغري الذي يؤهّلها للإستخدامات الإنشائيّة .

التصنيف الثاني : وتندرج ضمنه مجموعة الوصلات المستخدمة لأغراض شبه إنشائيّة .

التصنيف الثالث : وتندرج ضمنه مجموعة الوصلات المستخدمة لتشكيل قطع وعناصر حاملة . تتراوح مقاومة هذه الوصلات ، ضمن الحدود الدنيا للمقاومة ، والمتمثّلة بالمقاومة المساوية نسبتها لـ (% 40) .

التصنيف الرابع : وتندرج ضمنه مجموعة الوصلات المستخدمة لأغراض ليست بإنشائيّة . تدرج ضمن بنود أنظمة البناء عادة ، العوامل المؤثّرة على الوصلات هذه ، كما تغطّي ضمنها ، أساليب وصل وجمع القطع ، للوصول إلى الأداء المطلوب .

يحوي الكود البريطاني ، مواصفات الوصلات الإصبعيّة ، إضافة إلى احتوائه لبعض الرسومات النموذجيّة ، العائدة لوصلات مصنّعة من الخشب الليّن ، أنظر الشكل (٤ - ٣) .



الشكل (٤ - ٣) : يظهر الشكل الوصلة الإصبعيّة ، وهي واحدة من الوصلات الطرفيّة .

- **1.16** : لقد طوِّرت الوصلات الإصبعيّة وتنوّعت أشكالها ؛ ومن أشكالها الغريبة ، ما كان لها أصابع تحويها وجهي القطعة الخشبيّة . تظهر الواجهة الجانبيّة لوصلة إضبعيّة نموذجيّة ، أصابع بطول (50 m.m) ، تبعد إحداها عن الأخرى مسافة (12 m.m) ، ذات رأس مستدق ، عرضه يساوي (2 m.m) . للوصلات المسمّاة بالوصلات الأصيبعيّة ، أبعاداً أصغر ، وعدداً من الأصابع أكبر وأوسع عرضاً ، من تلك النموذجيّة ، وبذلك نتوصّل إلى عناصر أكثر إقتصاديّة .

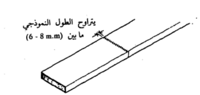
- **1.17** : ينبغي التمييز ما بين الوصلات الإصبعيّة ، ووصلات القطع ذات الدروز والأطراف المسنّنة .

- **وصلات القطع ذات الأطراف المسنّنة :**

- **1.18** : تصل مقاومة وصلات القطع ذات الأطراف المسنّنة على الشد ، إلى حوالي (40 %) من مقاومة القطع الخشبيّة المؤلّفة منها قبل الوصل ، أنظر الشكل (٥ ـ ٣) .

- **1.19** : يستخدم في تحقيق الوصل ، عدداً من اللواصق المحدّدة مواصفاتها ، ضمن بنود أنظمة البناء .

- **1.20** : تضغط مكوِّنات قوالب القطع ذات الأطراف المشرشرة ، ضمن قوالب مطاطيّة على البارد ، وتعالج بإمرار تيّارات حراريّة ترددّية ، بهدف تحقيق الأطراف المسنّنة . يعد هذا الأسلوب ، أسلوباً سريعاً واقتصادياً ، نتمكّن به من إنتاج وصلات معتدلة المقاومة ، تصلح لتشكيل قطع الإثاث ، ولتلبية التطبيقات شبه الإنشائيّة .



الشكل (٥ ـ ٣) : يظهر الشكل وصلة أصبعيّة ، على شكل دروز تشكّل بقالب ، وهي واحدة من الوصلات الطرفيّة .

- الوصلات المشكّلة من قطع لاتيه مسمّرة :

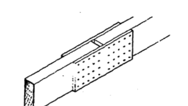
- **1.21** : إنّ قدرة التحمُّل القصوى للوصلة هذه ، تبلغ عند نقطة الإتّصال إلى حوالي (40 KN) . تصنّع الوصلة هذه ، من قطعة من اللاّتيه ، مسمّرة إلى طرفي قطعتين خشبيتين متقابلتين . توزّع مسامير التثبيت بالتساوي ، على طرفي القطعتين المتقابلتين طرفاً إلى طرف . يحوي كل قسم عشرون مسماراً ، قطر إحداها يساوي (3.3 m.m) (10 SWG) ، تتوزّع على أربعة صفوف ، أنظر الشكل (٦ ـ ٣) .

تتشكّل وصلات العناصر هذه عادة ، من قطع خشبيّة مقتطعة من الخشب الأبيض البلطي ، أبعادها (38 m.m × 100 m.m) ، ومن كتائف تثبيت مؤلّفة من قطع من ألواح اللاّتيه سماكة (9 m.m) ، مصنّعة من البتولا الفنلنديّة .

- **1.22** : يستخدم في تثبيت الوصلات هذه ، الأسلاك العادية ، المغلقة ، أو المسامير المركّبة على ضاغط هوائي . تتراوح أقطار المسامير ما بين (9 - 12 SWG) (2.6 m.m - 3.7 m.m) .

يمكننا الوصول إلى وصلات نموذجيّة مشابهة ، بتصنيع مثبّتات على شكل صفائح معدنيّة ، ذات ثقوب ، أو بتسمير صفائح معدنيّة إلى طرفي القطعتين المتقابلتين ، طرفاً إلى طرف .

- **1.23** : تستخدم الوصلات هذه ، لربط العناصر المتراكبة ، المشكّلة لروافد الأسطح الجمالونيّة . لإنجاز الوصلة ، تدق المسامير على كلا جانبي القطعة ، أو تدق من طرف واحد ، مخترقة الطبقات المكوّنة الثلاث ، ومن ثمّ يلوى المسمار أو يبرشم . تصمّم الوصلات هذه ، بما يمكّنها من تحمُّل إجهادات الشد



الشكل (٦ ـ ٣) : يظهر الشكل وصلة مؤلّفة من كتيفة تثبيت مصنّعة من اللاّتيه ، مسمّرة إلى نهايتي قطعتين متلاصقتين ، متلاقيتين طرفاً إلى طرف .

المباشرة ، أو قوى الضغط والعزوم ، المساوية بقيمها ، لنصف العزم المسموح بتطبيقه ، على مقطع القطعة الخشبيّة ، الداخلة في تشكيلة الوصلة ، وذلك قبل الوصل . يختار للوصلة ، مكاناً قريباً لنقطة الإنقلاب ، وهي نقطة من المنشأة ، يحدث عندها الإنحناء في إتّجاهين متضادين .

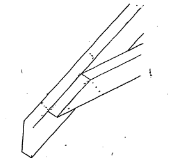
*** الوصلات المفصليّة :**

- 1.24 : تلحظ الوصلات المفصليّة ، في بنية العديد من الجمل الإنشائيّة ، كما في الجوائز الشبكيّة ، الأطر البابيّة ، والروافد الجمالونيّة ، حيث يقترب عنصرين أو أكثر ، من بعضها البعض ، لتتلاقى أطرافها عند نقطة المفصل .

تقسّم الوصلة المفصليّة كتصنيف رئيسي ، إلى أنواع متعدّدة ، تنبثق كلّها من التصنيف الرئيسي آنف الذكر ، حيث نجد من أنواعها : الوصلات المفصليّة المتراكبة ، والوصلات المفصليّة المترابطة وفق صفائح مفردة ، والتي أصبحت حديثاً ، من أكثر الوصلات شيوعاً واستخداماً .

- وصلات متراكبة مسمّرة عند أفريز السطح :

- 1.25 : تقحم الوصلة هذه ، ضمن رافدة مائلة ، زاوية انحدارها تساوي (22.5°) . تقاوم الوصلة هذه ، حمولة تساوي (3 KN) ، إن هي ربطت ما بين عناصر أبعادها (50 m.m × 100 m.m) . تتيح الأبعاد هذه ، ترك مسافات بينيّة معقولة ما بين مسامير التثبيت ، أنظر الشكل (٧ - ٣) .



الشكل (٧ - ٣) : يوضّح الشّكل تفصيلة الوصلة المتراكبة المسمّرة عند أفريز السطح .

- **1.26** : يستخدم في الوصل ، مسامير عاديّة ، أقطارها (3.7 m.m) (9 SWG) ، وأطوالها تساوي (90 m.m) .

- **1.27** : تتّصف الوصلات هذه ، بضآلة قدرتها على مقاومة الحمولات الكبيرة ، مما يسبّب الركون إليها عمليّاً ، الكثير من المشاكل الإنشائيّة ، لذا قلّت تطبيقات هذه الوصلة ، وتضاءلت مجالات الإستفادة منها ، من الناحية العمليّة .

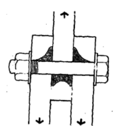
يشيع استخدام هذه الوصلات ، في تثبيت الروافد عموماً ، وفي ربط عناصر الجوائز الشبكيّة الفراغيّة ، أو في المنشآت الهيكلية التقليدية ، حيث يندر استخدام الحسابات الإنشائية ، وفي تحديد الأبعاد ومقادير القوى .

- الوصل ببراغي ذات عزق :

- **1.28** : يقاوم البرغي حمولة تصل إلى حوالي (2.4 KN) ، وفي حال استخدامه لوصل قطعتين خشبيتين ، وكانت جهة امتداده ، موازية لجهة امتداد اليافها . تنخفض قدرة برغي الوصل على المقاومة ، إلى الثلث تقريباً في حال عدم إتّجاه امتداده ، عمودياً على إتّجاه الألياف ، أنظر الشكل (٨ - ٣) .

- **1.29** : يستخدم في الوصل ، براغي أقطارها (12.7 m.m) ، تصل ما بين عناصر خشبيّة ، من الخشب الليّن ، سماكتها تساوي (50 m.m) .

- **1.30** : إنّ التغيير الأساسي الذي طرأ ، بغية تطوير وتحسين طريقة الأداء ، تجلّى باستخدام براغي التثبيت ، عوضاً عن مسامير التثبيت ، مما أدّى إلى حصول زيادة في قطر أداة التثبيت . وتدلّ التجربة ، على أنّ درجة تكاثف الإجهاد ، ومدى قابليّة المثبِّت للإنثناء ، هي واحدة في كلا نظامي التثبيت .

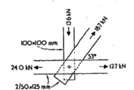


الشكل (٨ - ٣) : يوضّح الشكل تفصيلة الوصل ببراغي وعزق .

- **1.31** : لا يمكننا الحصول على تثبيت فعّال ، من خلال البدء بشدِّ براغي التثبيت ، إذ أن فعّاليّة برغي التثبيت تتلاشى ، نتيجة تقلُّص القطع الخشبيّة ، لذا غالباً ما تستخدم الروابط المعدنيّة ، مع براغي التثبيت ، إلّا في حال كانت العناصر ، لمنشأة معرّضة لحمولة خفيفة ، أو في حال كانت وظيفة براغي التثبيت ، هي فقط جمع العناصر والقطع إلى بعضها البعض .

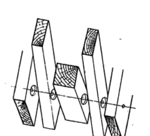
- الروابط مشقوقة الحلقة :

- **1.32** : يوضِّح الشكل (٩ - ٣) ، القوى التصميميّة للعناصر المشكِّلة للوصلة ، بينما يوضِّح



الشكل (٩ - ٣) : يوضِّح الشكل القوى التصميميّة للعناصر المشكِّلة للوصلة .

الشكل (١٠ - ٣) ، نموذجاً لعناصر جمالون ، جرى وصلها بروابط مشقوق الحلقة ، قطره (64 m.m) ، يصل بينها برغي تثبيت بقطر (12.7 m.m) . تستخدم روابط أخرى ، كالصفائح المسنّنة ، وصفائح القص ، لما تستخدم له الروابط مشقوقة الحلقة ، مراعين فيها ذات القواعد التصميميّة . نجد في أنظمة البناء عادة ، معلومات تخص الحمولات الأساسية لتلك الموصلات ، عوامل التصميم ، والفراغات البينيّة ، المفترض تركها فيما بينها .



الشكل (١٠ - ٣) : يوضِّح الشكل نموذجاً لعناصر جمالون ، جرى وصلها بروابط مشقوق الحلقة .

- **1.33** : إنّ الإيجابيّة الأساسية للروابط هذه ، هي فعّاليّة وكفاءة الوصلة من جهة ، وصلابتها النسبيّة العالية من جهة أخرى . إنّ الوصلات هذه ، يمكن إنجازها وبمهارة ، ضمن أرض الموقع ، ليتم جمعها وببساطة على أرض الموقع . هذا ، وحين إجراء مقارنة ما بين الوصلات هذه ، والوصل بطريقة المسامير وبراغي التثبيت ، نجد أنّ هذه الوصلات ، تتيح لنا تقليص أبعاد العناصر الداخلة في تركيبة الوصلة ، إذ تتغيّر أبعاد العناصر ، بتغيّر الأبعاد البينيّة المتروكة ما بين الروابط ، وليس لمقادير الإجهادات المركّزة على العنصر ، تأثير كبير على تحديد أبعاد عنصر الوصل .

- **1.34** : ظلّت عناصر أنواع عدّة من الجمالونات ، تربط ولعشرين سنة مضت ؛ بصفائح مسنّنة وبروابط مشقوقة الحلقة ، خصوصاً ما كانت امتداداتها تتراوح ما بين (6 m.m - 9 m.m) . شاع استخدام السقوف الجمالونيّة قديماً ، لتغطية الفراغات السكنيّة ، حيث ترك ما بين جوائزها ، مسافات بينيّة تساوي (1.8 m) ، حمّلت على مدّادات أفقيّة ، تستند عليها روافد وسطيّة . صمّمت بعض الجوائز الشبكيّة أيضاً ، لتكون صالحة لتغطية فراغات المصانع وورشات العمل . امتدّت هذه الجوائز لمجازات تصل إلى حوالي (21 m) ، ممّا أتاح استخدام جوائز ذات أوتار قوسيّة ، تربطها وصلات ضخمة الأبعاد .

-1.35 : حلّت الجوائز الشبكيّة المترابطة ، في العديد من الأبنية السكنيّة ، محل روافد الجمالونات الخفيفة . صمّمت عناصر الجوائز الشبكيّة ، لتكون جميعاً ضمن مستو واحد ، تربط بينها روابط على شكل كتائف ، مصنّعة من ألواح اللاّتيه ، أو على شكل صفائح معدنيّة مثقبّة . يحرص على اختيار وصلات أكثر ثباتاً ، إن أريد لتلك الوصلات ، ربط مجموعة من الجوائز الشبكيّة الفراغيّة ، إذ يطرأ على نوعيّة الوصلات المستخدمة ، تعديلات بسيطة ، تتناول طبيعة وخصائص الجوائز الشبكيّة الفراغيّة . كما ينبغي إتّخاذ تدابير من شأنها ، تغطية متطلّبات الفراغات ذات المجازات الممتدة .

* تفاصيل صفائح الربط :

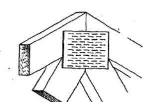
-1.36 : لقد شاع في الآونة الأخيرة ، استخدام الصفائح المعدنيّة المثقّبة والمسنّنة ، لربط عناصر المنشآت الخشبيّة والجمالونيّة بشكل خاص ، وكذلك كتائف التثبيت الخشبيّة .

- صفيحة الربط المسنّنة :

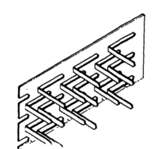
-1.37 : يعتمد تحديد مقدار المقاومة الجانبيّة للوصلة على : فعّاليّة وعدد أسنان التثبيت الداخلة في تركيبة الصفيحة ، على نوعيّة القطعة الخشبيّة ، على نسب رطوبة القطع الخشبيّة ، على طول فترة تعرُّض الوصلة للحمولات ، وعلى إتّجاه القوى العاملة على نزع مسامير الصفيحة . تتحدّد تأثيرات القوى العاملة على نزع مسامير الصفيحة ، من على القطع الخشبيّة ؛ بالعلاقة التي تربط ما بين إتّجاه القوى المفروضة ، وإتّجاهات الألياف الخشبيّة .

يمكن تصميميّاً ، لصفيحتين معدنيّتين مسنّنتين ، أبعاد إحداهما (150m.m×75m.m×1m.m) ، تحمُّل ما قيمته (22 KN) . ينبغي أخذ درجة المقاومة الذاتيّة للمثبِّت المعدني ، المستخدم في الربط ، بعين الإعتبار عند التصميم ، سواء أبديت المقاومة هذه ، لمقاومة قوى القص ، أم لمقاومة عزوم الشد ، أنظر الشكل (١١ - ٣) .

-1.38 : هناك أنواع من المثبّتات المعدنية ، على شكل صفائح مسنّنة ، معياريّة الأبعاد والطراز ، يجري تصنيعها جاهزة ، لتباع في محلات بيع الخردوات المعدنيّة . تتنوّع مقاطع الصفائح هذه ، تبعاً لمقدرات وإمكانيّات ورشات التصنيع . تتراوح سماكة الصفائح المعدنيّة المسنّنة ما بين (1 m.m) و(2m.m) (14 gauge) . تقتطع شرائح الفولاذ المغلفن القابل للطرق ، وتخرّم سطوحه ، لتشكيل صفائح ذات مسامير عادية ، أو أسنان بارزة ، تصنع مع أحد وجهي الصفيحة زاوية قائمة ، أنظر الشكل (١٢ - ٣) .



الشكل (١١ - ٣) : يوضّح الشكل نموذجاً لعناصر جمالون ، جرى وصلها عن طريق صفيحة معدنيّة مسنّنة .



الشكل (١٢ ـ ٣) : يوضّح الشكل نموذجاً لصفيحة معدنيّة مسنّنة .

1.39- : تستخدم المثبّتات المعدنيّة هذه ، لتلبية متطلّبات التطوّرات المستحدثة ، على طرق جمع عناصر المنشآت الخشبيّة ذات الأوزان الخفيفة . يمكن توظيف الصفائح المعدنيّة المسنّنة ، لتحل محل كتائف التثبيت الخشبيّة ، ومسامير وبراغي الربط . تربط الصفائح المعدنية ، ما بين عدد من عناصر المنشأة ، ومن ثمّ تدق لتدفن فيها . تتطلّب عمليّة التجميع هذه ، استخدام أدوات خاصّة ، ذات حركات ترددّية ، تعمل على دفع أسنان الصفيحة ، داخل بنية العناصر المراد ربطها معاً .

يتم استخدام الأداة ذات الحركة الترددّية ، لتوليد ضغط قوي ، يمتد تأثيره ليشمل سطح الصفيحة بالكامل ، دافعاً بأسنان الصفيحة ، لتخترق بنية العناصر الخشبيّة ؛ أو لتوليد ضغط جوّال ، يتركّز تأثيره في كلّ مرّة ، على جزء من السطح دون آخر ، دافعاً بالأسنان ، لتدفن ضمن واحد من العناصر المراد جمعها إلى بعضها البعض .

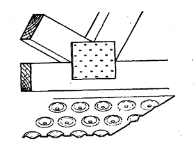
1.40- : تستخدم الصفائح بشكل خاص ، في جمع روافد الجمالونات ، الممتدة إلى مسافة تصل إلى حوالي (11 m)، والمتباعدة عن بعضها البعض ، مسافة لا تزيد عن (600m.m) . هذا ، وتشير الأبحاث الحديثة ، إلى إمكانيّة استخدام المثبّتات هذه مستقبلاً ، في تصنيع هياكل خفيفة أخرى ، كإمكانيّة إدخالها في عمليّة تجميع هيكل الوحدات الجداريّة ، وفي وصل أطراف العوارض . اثبتت التجارب المجراة على بعض الصفائح المسنّنة ، المصنّعة في الآونة الأخيرة ؛ فعّاليّة استخدام تلك الصفائح ، مدفونة في المنشآت الخشبيّة ، المشادة من الخشب القاسي .

- صفيحة الربط المعدنيّة المثقّبة :

1.41- : إنّ معدّل الحمولة القصوي ، لوصلة تصل أطراف عناصر مصنّعة من الخشب اللينّ ، أبعادها (95m.m×35m.m) ، تثبّتها صفيحة أبعادها (175m.m×150m.m) ، تتوزّعها مسامير يبعد إحداها عن الآخر المسافة الأصغرية ، المنصوص عنها في أنظمة البناء ؛ يصل إلى حوالي (32 KN) ، وذلك لواحدة من العيّنات النموذجيّة . تستخلص القيم التصميميّة ، من جداول التصنيع ، مشفوعة بعدد المسامير المصطفّة موازية أو عموديّة على إتّجاه الألياف . تنشر المصانع أيضاً ، تعليمات يستشف منها مسافات الإبتعاد عن الأطراف ، المنصوح بها ، وكذلك مقدار مقاومة مادّة الصفيحة بالذات ، للقوى والحمولات بمختلف أنواعها ، أنظر الشكل (١٣ - ٣) .

1.42- : تصنّع الصفائح عادة من الحديد المغلفن القابل للطرق ، بسماكة تساوي (20 gauge)(1m.m) . يستخدم لربط وتثبيت الصفيحة ، على روافد الجمالون الخشبيّة ، مسامير ملولبة مربّعة المقطع ، قطر إحداها (3.7m.m) ، وطوله (32 m.m) . تدق المسامير هذه بسهولة ، لتدخل بشكل ملائم ، ضمن الثقوب المعدّة على سطح الصفيحة ، وبذا تكتسب المسامير الملولبة ، مقاومة عالية ، تقيها الحمولات الجانبيّة المرتفعة ، فتقاوم من هذه الحمولات ، ما يفوق في مقاديره ، ما يمكن للمسامير العاديّة تحمّله .

تمتاز المسامير الملولبة ، بندرة ما يمكن أن تحدثه بدقّها من شقوق وشروخ ، تؤدي إلى تصدّع القطع الخشبيّة .



الشكل (١٣ - ٣) : يوضّح الشكل نموذجاً لعناصر جمالون ، جرى وصلها عن طريق صفيحة معدنيّة مثقّبة .

1.43- : تعدُّ صفيحة الربط المثقّبة ، البديل الفعّال للصفيحة المعدنيّة المسنّنة ، وذلك في تثبيت روافد الجالونات ، وفي ربط عناصر المبنى الهيكليّة ، ذات الأوزان الخفيفة . تثبّت صفائح الربط بأدوات يدويّة ، وإن كان بالإمكان ، الإستعانة بأدوات آلية ، كالأدوات المعتمدة على الهواء المضغوط ، وذلك لتوفير الجهد المبذول في عمليّة دق المسامير الملولبة .

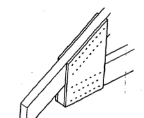
ـ كتائف التثبيت المجنّحة :

1.44- : يوضّح الشكل (١٤ ـ ٣) ، القيم التصميميّة النموذجيّة ، للعناصر الخاضعة لكتائف

الشكل (١٤ ـ ٣) : يوضّح الشكل ، القيم التصميميّة النموذجيّة ، للعناصر الخاضعة لكتائف التثبيت المجنّحة .

التثبيت المجنّحة . بينما يوضّح الشكل (١٥ ـ ٣) ، الشكل النموذجي لوصلة التثبيت المجنحة .

1.45- : تقتطع كتيفة التثبيت المجنّحة ، من ألواح اللاّتيه ، سماكة (10 m.m) ، والمصنّعة من خشب التنوب الدوغلاسي . يبلغ طول كتيفة التثبيت (600 m.m) . تسمّر كتائف التثبيت المجنّحة ، على روافد الجالونات ، بمسامير أبعادها (2.6 m.m×45 m.m) ، تدق من على كلّ جانب من جانبيها . تسمح بعض التصاميم ، بدق بسامير التثبيت من جانب واحد ، على أن يلوى رأس المسمار بعد دقّه .



الشكل (١٥ ـ ٣) : يوضّح الشكل ، الشكل النموذجي لوصلة التثبيت المجنّحة .

1.46- : يعتمد تثبيت كتائف الوصل المجنّحة، على خبرة القائمين على العمل، وعلى إتّجاه رغباتهم، فالكثير منهم يتمنى تثبيت وربط عناصر المنشأة بأدوات يدويّة، مبتعداً قدر الإمكان عن الأدوات الهيدروليكيّة، والأدوات المعتمدة على الهواء المضغوط. تثبّت عناصر الجمالونات، إمّا في الوَرَشة، على طاولة النجار، ذات الترددات الإهتزازيّة، أو في موقع العمل.

تُظْهر التجربة العمليّة، أنه ليس من الضروري دوماً، إحكام اقتطاع العناصر المكوِّنة للوصلة، إذ يمكن حساب الإجهادات المتكوِّنة، وفقاً لطريقة الإقتطاع، مهما تعدّدت كيفيّاتها. يمكن اقتطاع عناصر الوصلة، بحيث تترك أطرافها على شكل مقاطع مربّعة الشكل، على الرغم من ضرورة تشذيب الأطراف، لكي يتسنى إيلاجها ضمن وصلات الرافدة.

يمكن تطبيق أسلوب التسمير المكثّف، على أن يحسب مسبقاً، عدد البسامير وأبعادها البينيّة، لكي يتسنى عند التصميم، اختيار أبعاد القطع بما يتلاءم وأبعاد البسامير وعددها المحسوبة مسبقاً. يمكن أيضاً استخدام كتائف التثبيت المغرّاة، كحلّ بديل، على الرغم من أنّ هذا الحل، قد قلّ تداوله، لما يسبّبه من إرباكات عمليّة، منها ما يسبّبه استخدام الأدوات الآليّة في عمليّة التثبيت، من تفكك يصيب أجزاء المنشأة، نتيجة تباين صلابة أسلوبي الوصل، المعتمد إحداهما على مسامير التثبيت، والآخر على الغراءات اللاّصقة.

ـ كتائف التثبيت مثلثيّة الشكل :

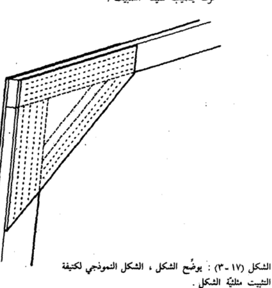
1.47 : يوضح الشكل (١٦ ـ ٣)، القيم التصميميّة النموذجيّة، لعناصر تربطها كتائف تثبيت مثلثيّة الشكل. كما يوضح الشكل (١٧ ـ ٣)، الشكل المنظوري لكتيفة التثبيت مثلثيّة الشكل.

1.48- : تصنّع كتيفة التثبيت، على شكل رباط مثلثي الشكل من اللاّتيه، مادّته التنوب الدوغلاسي، وسماكته تساوي (19m.m). يثبّت الرباط المثلثي هذا بـ (130) مسماراً، على شكل أسلاك حلقيّة، تدق على كل جانب من جانبي الوصلة، بحيث تتوزّعها رافدة وعمود المنشأة، بمعدّل (68) مسماراً في الرافدة و (62) مسماراً في عمود المنشأة. تبلغ أبعاد مسامير التثبيت (10 SWG)(3.3m.m×500m.m) تساعدنا التركيبة هذه، من الناحية العمليّة، في تسريع عمليّة دق مسامير التثبيت

بدوياً ، حتى وإن كانت القطع الخشبيّة المستخدمة ، قطعاً كثيفة البنية . إنّ الميزة هذه بلاشك ، تشجّع على استخدام كتائف التثبيت مثلثيّة الشكل ، لما توفره من وقت وجهد ، يبذل عادة لإنجاز الوصلات المتينة ، المصنّعة جاهزة في الورشات المتخصِّصة . ليس من

الشكل (١٦ - ٣) : يوضّح الشكل ، القيم التصميميّة النموذجيّة ، لعناصر تربطها كتائف تثبيت مثلثيّة الشكل .

الضروري القيام بتثقيب مسبق لأماكن تواجد مسامير التثبيت ، وإن كان لا يجوز استخدام المسامير ذات الأقطار الصغيرة ، لكونها تنخلع من مكانها ، عند أيّ تحرّك يصيب كتيفة التثبيت .



الشكل (١٧ - ٣) : يوضّح الشكل ، الشكل النموذجي لكتيفة التثبيت مثلثيّة الشكل .

1.49- : كانت الأخشاب قديماً ، تستخدم في إشادة منشآت ، يراد لها أن تكون رخيصة الكلفة ، إلى أن جاء العصر الحديث ، بتقنيّاته الجديدة ، فأصبحت المنشآت الخشبيّة ، وما طرأ على وصلاتها من تطوّر ظاهر ، صالحة لإنشاء الأطر البابيّة ، العقود ، وغيرها من المنشآت المعقّدة ، وبذلك انتقل الخشب من مجرّد كونه مادّة صالحة لمنشآت سكنيّة بسيطة ، إلى مادّة تصنع منها عناصر جاهزة في ورشات متخصّصة ، تدخل في بنية العديد من أنواع الأبنية .

لقد كان لاستخدام عناصر خشبيّة ذات بنية قاسية ، موصولة عند أفاريز وقمم المباني ، بصفائح من اللاّتيه المسمّرة ، أثراً كبيراً على التوسّع في استخدامات الخشب ، وعلى تطوير أساليب التصميم ، حيث أصبح من الملائم ، استخدام العناصر الخشبيّة ، لإنشاء أبنية تتراوح مجازاتها ما بين (6m-15m) ، ومهما كانت مقادير المسافات البينيّة «الباعات» ، المتروكة ما بين العناصر المتجاورة .

1.50- : تمكّن المصمّمون مؤخّراً ، من إيجاد أساليب تتيح لهم ، استخدام أنواع مختلفة من القطع الخشبيّة ، ضمن منشأة واحدة ، فكان لهم نظام في التصميم ، حوى آلاف التصاميم الجزئيّة المصنّفة ، المتشابهة في أسسها ، والمتنوّعة في مجالات التطبيق .

1.51- : تُرَد إقتصاديّة إنشاء الأطر البابيّة ، إلى سهولة تجميع العناصر المكوّنة ، فالأطر البابيّة ، وإن كان يحتاج التعامل معها ، إلى شيء من الإشراف الجيّد ، إلاّ أنّها عموماً ، سهلة التنفيذ ، لا تحتاج غالباً إلى أيد خبيرة ، خصوصاً إن استخدمت كتائف التثبيت المثلثيّة ، في إنجاز تفاصيل الوصل ما بين عناصرها . هذا ، وعلى الرغم من أن كتيفة التثبيت المثبّتة على كتائف العقود ، أو قمم الأطر ، هي من الوصلات ذات الكفاءة الإنشائيّة العالية ، إلاّ أنّ تصميم وتصنيع الأطر البابيّة ، تعتمد أوّل ما تعتمد على نوعيّة وجودة مسمار التثبيت . تنحصر وظيفة كتيفة التثبيت ، في تأمين رابط صلد ، وتردّ إيجابياتها ، إلى أنّها تتيح للمنفّذ استخدام وسائل فعّالة وسهلة بنفس الوقت ، تتمثّل بأساليب التسمير المكثّف ، من شأنها تثبيت كتائف اللاّتيه على القطع الخشبيّة الصلدة .

1.52- : إنّ لأساليب الوصل ببسامير التثبيت ، إيجابيّات تتمايز بها عن أساليب التثبيت باللواصق الراتنجيّة ، منها أنّه يمكننا عن طريق عناصر التحميل العائدة لمنشأة مترابطة ببسامير تثبيت ، نقل الحمولات العالية ، إلى الأماكن المعدّة لامتصاصها ، بمقدرة تفوق ما تستطيعه منشأة ربطت عناصرها ، بأنواع من الغراء اللاصق ، وذلك لارتباط مقاومة الوصلات المغراة ، بإجهاد القص المنخفض ، المسموح أن تتعرّض له الطبقات المكوّنة للوح اللاّتيه ، والمتمثّل بإجهاد القص الحلقي . هذه واحدة ، والثانية تتجلّى بإمكانيّة تنفيذ الوصلات المسمّرة ، بأيد أقل خبرة ومهارة ، من تلك التي يتطلّبها إنجاز الوصلات المغرّاة .

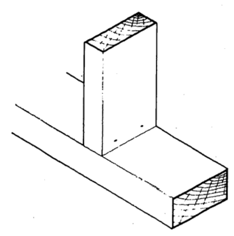
* وصلات العناصر الهيكليّة :

1.53- : سنناقش في البند الأخير من الفقرة الأولى هذه ، تفاصيل وصلات القطع الداخلة في بنية عناصر المنشآت الهيكليّة . ستغطّي المعلومات المراد تناولها في البند هذا ، من خلال أمثلة نبيّن بها تفاصيل التقاء عنصرين فأكثر من العناصر الواقعة ، ضمن أكثر من مستو واحد . تصنع العناصر المتلاقية فيما بينها ، زوايا قائمة .

- الوصلة التقابليّة البسيطة :

1.54- : تصلح هذه الوصلة ، لظروف تكون فيها الدعامات الجداريّة الشاقوليّة ، مستندة على الصفيحة الجداريّة السفلي ، وبذا تتعرّض الوصلة إلى ضغوط عموديّة على إتّجاه الألياف . وبشكل عام ، تتحمّل الوصلات هذه ، حمولات تتراوح قيمها ما بين ($\frac{1}{2}$ – $\frac{2}{3}$) ما يمكن لوصلات أخرى أن تتحمّله ، فيما لو نفّذت عوضاً عن الوصلات التقابلية . تتّخذ إحتياطات عند التصميم ، من شأنها مجابهة تأثيرات الإنتقال التدريجي في البنية الهيكليّة ، كما يراعى تثبيت الصفيحة الجداريّة السفلى ، تثبيتاً متيناً ، يقيها من القوى العاملة على دفعها نحو الأعلى . تستخدم مثبّتات خاصّة ، لهذا الطراز من الوصل ، من شأنها رفع مقاومة الوصلة لقوى الشد الشاقوليّة ، أنظر الشكل (١٨ - ٣) .

‎-1.55 : يستخدم لتثبيت الوصلات ، أساليب تعتمد التسمير المائل ، التسمير الطرفي ، الصفائح المسنّنة ، كتائف التثبيت المصنّعة من ألواح اللآتيه ، أو



الشكل (١٨-٣) : يوضّح الشكل تفصيلة الوصلة التقابليّة البسيطة .

الصفيحة المعدنيّة المثقّبة ، المارّة عبر الوصلة . يمكن أن توظّف المثبّتات الهيكليّة البديلة ، لتشكيل وصلات تامّة .

‎-1.56 : يصبح لاستخدام القطع الخشبيّة الصلدة ، في تصنيع صفائح الإستناد الجداريّة ، أهميّة كبرى ، في حال كانت طبيعة وكفاءة الوصلة ، تتحدّد وفقاً لقدرتها على تحمُّل حمولات الضغط العموديّة على اتّجاه الألياف الخشبيّة . لذا تشير أنظمة البناء ، إلى ضرورة استخدام الدعامات الجداريّة المصنّعة من الخشب اللينّ ، وصفائح الإستناد السفلى ، المصنّعة من الخشب القاسي ، وتنظّم لها الجداول التصميميّة ، مبيّنة فيها الأبعاد الملائمة ، لكليهما معاً .

ـ المثبِّت الهيكلي :

- **1.57** : تتحمّل الوصلة الموضّحة في الشكل (١٩ ـ ٣) ، حمولات قصيرة الأجل ، منحاها اتّجاه السهم ، ومقدارها يساوي (1.8 KN) . يمكننا استخراج قيم الحمولات ، ذات النوعيّات والإتّجاهات الأخرى ، من النشرات التي يصدرها أصحاب المصانع المنتجة للمثبِّتات الهيكليّة .

- **1.58** : تصنّع المثبّتات الهيكليّة ، من شرائح الحديد المغلفن القابل للطرق ، وتثبّت إلى القطع الخشبيّة ، بمسامير مسطّحة الرأس ، مصنّعة من الحديد المغلفن ، أبعادها (2.9 m.m × 32 m.m) .

- **1.59** : توظّف المثبّتات متعدِّدة الإستخدامات هذه ، لإنجاز عدد من التطبيقات ، كإنشاء وصلات تربط ما بين كعوب الجالونات وصفائح الإستناد العلوية ، كأن تستخدم في تثبيت المدّادات على العوارض الأفقيّة ، أو لإرساء وتثبيت البنية الهيكليّة للجدران ذات الدعامات الشاقوليّة .

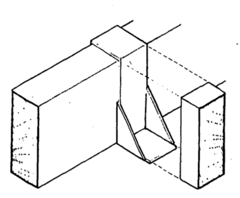
الشكل (١٩ ـ ٣) : يوضّح الشكل تفصيلة المثبّت الهيكلي ، المستخدم في وصل المدّادات الحاملة .

ـ القماطات المعدنيّة :

1.60 - : ينبعث عن عارضة الأرضيّة ، ردود فعل على شكل قوى مقاديرها تصل إلى حوالي (4 KN) ، لذا ينبغي على الوصلة الموضّحة في الشكل (٢٠ ـ ٣) ، امتصاص تلك القوى واستيعابها . تشير نتائج تجارب المقاومة المجراة على أنواع متعدِّدة من القماطات الحديديّة المركّبة ، على عوارض الأرضيّات ، والموضّح نموذجاً لها في الشكل (٢٠ ـ ٣) ، إلى أنّ معدّل ما تستطيع تحمُّله من حمولات ، يتراوح ما بين (8.9 KN - 17.8 KN) ، وذلك وفقاً للتغيُّرات الطارئة على شكل أطواق التعليق ، وفقاً لعدد المسامير المستخدمة في التثبيت ، ووفقاً لسماكة القطعة المعدنيّة ، المستخدمة في تصنيع القماط الحديدي . ٣٦

1.61 - : تتراوح سماكة شرائح الحديد القابل للطرق ، المستخدمة في تصنيع القماطات الحديديّة ، ما بين (1 m.m - 2 m.m) . تثبّت القماطات الحديديّة ، بمسامير مسطّحة الرأس ، أبعادها × 32 m.m) . 2.9 m.m)

1.62 - : تستخدم قماطات التعليق الحديديّة ، لتثبيت العوارض الحاملة لأرضيّات المباني ، عوضاً عن الوصلات ذات الألسنة المتدرِّجة ، والتي لا يمكن أن تنفّذ ، إلاّ بيد نجّار حاذق .



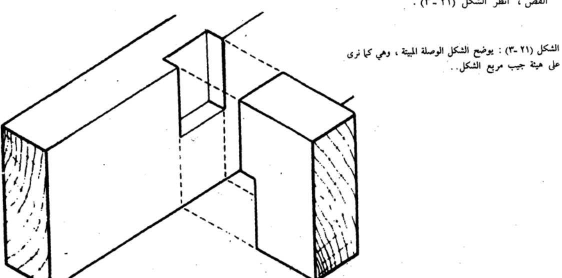
الشكل (٢٠ ـ٣) : يوضح الشكل قماطاً حديدياً ، وظف لتثبيت حلية معماريّة تستخدم القماطات الحديدية ، في ربط عناصر الأرضيات وعوارض الأسقف الحاملة.

- وصلة مبيّتة

- **1.63** : عند تصميم الوصلات المبيّتة ، لا بدّ من البحث عن مكان مناسب لفجوة التثبيت ، بحيث لا يضر ذلك بمقاومة القطعة ، وبالتالي الوصلة لقوى القص ، أنظر الشكل (٢١ ـ ٣) .

- **1.64** : تلسّن القطع الخشبيّة بآلة التلسين ، وبمساعدة منشار القطع ، بينها تنقّر القطع الخشبيّة ، بإزميل يدوي خاص . تثبّت الوصلة بمسامير تدق بأدوات يدوية .

الشكل (٢١ ـ٣) : يوضح الشكل الوصلة المبيتة ، وهي كما نرى على هيئة جيب مربع الشكل..

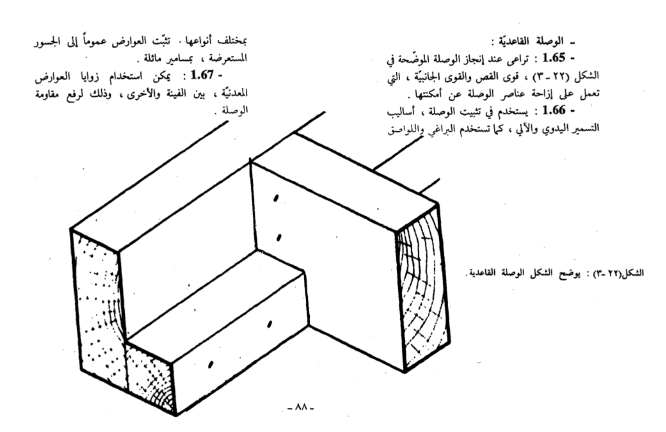


- الوصلة القاعديّة :

- **1.65** : تراعى عند إنجاز الوصلة الموضّحة في الشكل (٢٢ ـ ٣) ، قوى القص والقوى الجانبيّة ، التي تعمل على إزاحة عناصر الوصلة عن أمكنتها .

- **1.66** : يستخدم في تثبيت الوصلة ، أساليب التسمير اليدوي والآلي ، كما تستخدم البراغي واللواصق بمختلف أنواعها . تثبّت العوارض عموماً إلى الجسور المستعرضة ، بمسامير مائلة .

- **1.67** : يمكن استخدام زوايا العوارض المعدنيّة ، بين الفينة والأخرى ، وذلك لرفع مقاومة الوصلة .



الشكل(٢٢ ـ٣) : يوضح الشكل الوصلة القاعدية.

● المثبِّتات الآليّة :

- **2.01** : سنتناول في الفقرة هذه ، مجموعة من الخصائص والمواصفات الأساسيّة ، التي تختص بها أنواع من المثبِّتات المعدنيّة ، المستخدمة بكثرة في ربط وتثبيت الوصلات الإنشائيّة ، الرابطة للعناصر الداخلة في بنية المنشآت الخشبيّة .

* مسامير التثبيت :

- **2.02** : لمسامير التثبيت أشكالاً متعدِّدة ، تصنّف ضمن أربعة مجموعات هي :

- المسامير العادية :

- **2.03** : تصنّع المسامير العاديّة من الحديد القابل للطرق ، وتنهى سطوحها ، وفق أساليب ثلاثة ، أوّلها ويتم بها تسخين الحديد وتبريده ، في جوٍّ خامل ، منعاً لتأكسده ، ممّا يساعد على إبقاء السطح الخارجي للمسمار ، لامعاً براقاً ؛ والثاني ويتم به غلفنة سطح المسمار ، وهو إجراء يتم من خلاله غمس المسمار في محلول الزنك الساخن . أمّا أسلوب الإنهاء الثالث ، فتتم به تكسية سطح المسمار بالزنك ، تكسية شيراردية ، وهو إجراء يتم من خلاله ، تقليب الحديد في مسحوق الزنك ، عند درجة حرارة تتراوح ما بين (375 - 250) درجة مئويّة ، أنظر الشكل (٢٣ ـ ٣) .

- **2.04** : يمكن أن تستخدم مسامير مصنّعة من النحاس أو الألمنيوم ، خصوصاً في الأمكنة المعرّضة لأن تحتوي على مواد ، يمكن لها أن تتفاعل مع مادّة الحديد المكوِّنة للمسمار . لا نجد في أنظمة البناء ، جداول تحوي قيم المقاومات الإنشائيّة ، لمسامير التثبيت المصنّعة من مواد كهذه .

2.05 - : ينبغي أن تكون مسامير التثبيت من المتانة ، بحيث تكون قادرة على تحمُّل الحمولات الجانبيّة ، العاملة على نزعها من أمكنتها أو خلخلتها . هذا ، وكلّما استطعنا إيجاد السبل الكفيلة بدق المسامير ، لتخترق بنية القطع الخشبيّة الكثيفة ، كلّما استطعنا التوصُّل إلى وصلات قويّة ، ذات صلابة عالية .

2.06 - : تستخدم المسامير بشكل عام ، لإحكام وصل القطع الخشبيّة الإنشائيّة . لقد أحدث اكتشاف الأدوات المعتمدة في حركتها على الهواء المضغوط ، ثورة في حقل التنفيذ ، إذ ساعدت تلك الأدوات ، على تقليص كلف التنفيذ .



الشكل (٢٣ ـ ٣ ـ آ) : يوضح الشكل المسمار العادي ذي الرأس المستدير والسطح المستوي.

الشكل (٢٣ ـ٣ ـ ب) : يوضح الشكل المسمار ذي الرأس ناقص الإستدارة .

الشكل (٢٣ ـ٣ ـ جـ)) يوضح الشكل المسمار مسطح الرأس وهو عبارة عن مسمار ذو رأس كبير ، رفيع ومفلطح.

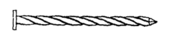
الشكل (٢٣ ـ ٣ ـ د) : يوضح الشكل طرازاً من المسامير ، تدق بأدوات آلية ، تعتمد الهواء المضغوط.

الشكل (٢٣ ـ٣) يوضح الشكل أنواعا من مسامير التثبيت.

- المسمار ذي الساق المجدولة :

- 2.07 : يصنع المسمار ذي الساق المجدولة ، أنظر الشكل (٢٤ -٣) ، من الحديد القابل للطرق ، ويكون سطحه النهائي برّاقاً أو مغلفناً . ينبغي أن تقل مقاومة الخضوع العائدة للمسمار ذي الساق المجدولة عن (375 N/m.m²) .

- 2.08 : تتحمل المسامير ذات الساق المجدولة من الحمولات الجانبية ، ما يتحمله مسمار عادي ، ذي أبعاد



الشكل (٢٤ - ٣) : يوضح الشكل مسماراً ذي ساق مجدولة.

مساوية له ، مضروباً بالمصاعف (1.25) . كما يتحمل من حمولات النزع ، مايتحمله مسمار عادي ذي أبعاد مساوية ، مضروباً بالمضاعف (1.5) .

- 2.09 : تستخدم المسامير ذات السيقان المجدولة ، في تثبيت عناصر التغطية ، خصوصاً الصفائح المموّجة . كما اثبتت التجربة العمليّة ، أن استخدامها في تثبيت الصفائح المعدنيّة المخرّمة ، المستخدمة في الوصل ، يحقق نجاحات باهرة.

- *المسامير ذات السيقان متوالية الحلقات :*

- 2.10 : تصنع المسامير ذات السيقان متوالية الحلقات ، أنظر الشكل (٢٥ -٣) ، من الحديد القابل للطرق ، ويكون سطحها النهائي برّاقاً ، مغلفناً أو مكسواً بالزنك كسوة شيراردية.

- 2.11 : تثبت التجربة ، أن مقاومة المسمار ذي الساق متوالي الحلقات للنزع ، تعادل مرتين ونصف مقاومة المسمار العادي لقوى النزع.

- 2.12 : تستخدم المسامير ذات السيقان متوالية الحلقات ، لما تستخدم له المسامير ذات السيقان المجدولة .

الشكل (٢٥ ـ ٣) : يوضح الشكل مسماراً ذي ساق متوالية الحلقات.

كما تعد واحدة من المثبتات المستخدمة في تثبيت بانوهات الأرضيات المشادة من ألواح اللاتيه.

ـ رزز التثبيت :

ـ 2.13 : تصنع رزّة التثبيت ، المؤلّفة من حلقة سلكيّة مذنّبة الطرفين ، مشابهة بشكلها لحرف (U) ، أنظر الشكل (٢٦ ـ ٣) ، من الحديد المطلي بالزنك أو بمواد راتنجيّة.

ـ 2.14 : تنص القاعدة التقريبيّة ، على أنّ الحمولة الجانبيّة لرزّة التثبيت تساوي مرّة ونصف ، الحمولة الجانبيّة لمسمار تثبيت ، قطره يساوي قطر إحدى ساقي الرزّة .

ـ 2.15 : تستخدم رزز التثبيت ، لتثبيت ألواح اللاّتيه ، ألواح الألياف الخشبية ، ألواح الجص ، الألواح العازلة ، الخ . . وبذلك تحلُّ محل المسامير المدقوقة آلياً . غالباً ماتثبت الرزز بأدوات تدار بقوى آلية ، على الرغم من توفر الأدوات اليدويّة الصالحة للتثبيت.

ـ 2.16 : بفضل الوسائل والتجهيزات الحديثة ، أمكن اليوم التوصل إلى أنواع عديدة من رزز التثبيت ، تصلح لتطبيقات شتى ، تختلف الواحدة منها عن الأخرى ، في القطر ، في عرض التاج ، في طول الساق ، في استقامة السيقان أو تعرُّجاتها ، في الأغراض المصنعة من أجلها ، في نوعية مادة الطلاء وطريقة تنفيذها ، إلى غير ما هنالك من الإختلافات والتنوعات ، سواء في الشكل أو في الأغراض الوظيفية.



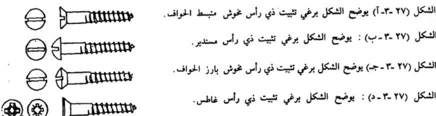
الشكل (٢٦ ـ ٣) يوضح الشكل إحدى أنواع رزز التثبيت ، وهي عبارة عن حلقة سلكية مذنّبة الطرفين ، على شكل حرف (U) .

- براغي التثبيت :

- 2.17 : تصنع البراغي من الفولاذ ، أنظر الشكل (٢٧ -٣) ويكون سطحها النهائي برّاقاً ، مغلفناً ، مموُّها ، مكسوّاً بالزنك تكسية شيراردية ، أو مطلية بالمينا . كما تصنع البراغي أحياناً من النحاس ، ومن الفولاذ المحمي «ستانلس ستيل».

- 2.18 : بالمقارنة مع المسامير السلكية ذات المقاطع الحلقية ، نجد أن براغي التثبيت ، تملك مقاومة أكبر لقوى النزع ، بينما قدرة تحملها للحمولات الجانبية أقل.

- 2.19 : لقد كان لارتفاع ثمن البراغي النسبي ، ولمحدودية مجالات التطبيق ، أثره في ابتعاد المصمِّمون عن استخدام البراغي لأغراض إنشائية صرفة .



الشكل (٢٧ -٣-آ) يوضح الشكل برغي تثبيت ذي رأس مخوش منبسط الحواف.

الشكل (٢٧ -٣-ب) : يوضح الشكل برغي تثبيت ذي رأس مستدير.

الشكل (٢٧ -٣-جـ) يوضح الشكل برغي تثبيت ذي رأس مخوش بارز الحواف.

الشكل (٢٧ -٣-د) : يوضح الشكل برغي تثبيت ذي رأس غاطس.

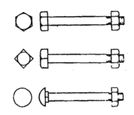
الشكل (٢٧ -٣) : يوضح الشكل أنواعاً من براغي التثبيت.

ـ المسامير الملولبة :

ـ 2.20 : تصنع المسامير الملولبة عادة ، من الفولاذ المطلي بطلاء أسود اللون .

ـ 2.21 : تنحصر الإجهادات في القطع الموصولة بمسامير ملولبة ، ضمن مساحة صغيرة نسبياً ، تتحدّد بالمنطقة الملامسة لساق المسمار الملولب ، مما يجعل المسامير الملولبة ، عرضة للإنثناء. ترهن استخدامات المسامير الملولبة على حالها ، دون أن تترافق بموصلات معدنية ، بظروف تحدِّدها القوى المتولِّدة في الوصلة ، والتي ينبغي أن لاتتجاوز قدرة المسمار الأصغرية على التحمل. كما ينبغي أن لاتزيد أيضاً عن قدرة القطعة الخشبية الأصغرية على التحمل.

ـ 2.22 : تستخدم المسامير الملولبة في جمع العناصر والقطع الخشبية ، وفي وصل عناصر المنشآت ذات الحمولات الخفيفة . يضاف أحياناً زوج من المسامير الملولبة ، لدرز أو رتق وصلات الربط.



الشكل (٢٨ ـ٣) : يوضح الشكل أنواعا من المسامير الملولبة.

ـ المسامير الخشّابيّة :

ـ 2.23 : تصنع المسامير الخشّابيّة، أنظر الشكل (٢٩ ـ ٣) ، من الفولاذ المطلي بطلاء أسود اللون .

ـ 2.24 : إن قدرة المسامير الخشّابيّة على تحمل الحمولات الجانبية ، تعادل قدرة تحمل المسامير الملولبة ، شريطة أن تنتظم في فجوات منضبطة الأبعاد ، وأن تتم عمليّة تغلغل المسمار ضمن النسيج بشكل ملائم.

- 2.25 : تستخدم المسامير الخشّابيّة ، لتثبيت الشرائح الخشبيّة الكثيفة ، ويعدُّ نجاحها في ذلك ، سبباً للتمسك بها ، رغم كونها من نظم التثبيت القديمة . تستخدم المسامير الخشّابيّة أيضاً ، لتثبيت الصفائح المتراكبة ، المستخدمة في إنجاز الوصلات المتناكبة ، الخاصّة بالمقاطع الخشبيّة ذات الكثافة العالية .

الشكل (٢٩ ـ ٣): يوضح الشكل مسماراً خشابياً بتاج ، ذي رأس مستدير ومربع الشكل.

ـ الموصلات المعدنيّة :

ـ 2.26 : تصنع الموصلات المعدنية ، من الفولاذ المغطى عادة بطبقة من الزنك . كما تصنّع صفائح القص خاصّة ، من الحديد المطاوع.

ـ 2.27 : تبلغ قدرة الموصلات المعدنيّة عموماً ، على تحمل الحمولات الجانبيّة ، ضعف قدرة المسامير الملولبة العادية . هناك عدد من العوامل ، تؤثر في مقاومة الموصلات المعدنيّة أهمها : شكل الوصلة والموصل المستخدم ، قطر المسمار الملولب ، أبعاد وابتعادات القطع الخشبيّة ، زوايا التحميل ، المسافات الطرفيّة والبينيّة ، إلخ . . . .

ـ 2.28 : قبل اكتشاف الصفائح المعدنيّة المثقّبة ، وقبل تطوير كتائف التثبيت المصنعّة من ألواح اللاّتيه ، كانت الموصلات المعدنيّة ، هي من أهم الروابط المستخدمة في تثبيت ووصل عناصر الأسقف الخشبيّة . يمكننا بسهولة ، حشر الموصلات الصفائحيّة المسنّنة ، ضمن القطع الخشبيّة الليِّنة. كما تشير التجارب ، إلى إمكانيّة استخدام الصمولات اللُّسينيّة ، والحلقات ذات المحامل الكرويّة ، في تثبيت بعض القطع الخشبيّة القاسية ، ذات

الكثافة العالية ، وذلك بحشرها ضمن بنية النسيج الخشبي . كما أمكن مؤخراً ، استخدام الموصلات المعدنيّة، في وصل وتثبيت ألواح اللاّتيه.

ـ 2.29 : تتألف الموصلات المعدنيّة ، ذات الحلقات المشطورة ، من شريط دائري معدني ، يتواجد ضمن أخدود مسبق التجهيز ، يقع ملامساً لوجوه عناصر الوصلة . تمتاز الموصلات مشقوقة الحلقة ، بمتانتها العالية ، مما يتيح لنا استخدامها في وصل وربط معظم القطع الخشبيّة ذات الكثافة العالية . تحتاج الموصلات ذات الحلقات المشطورة، إلى أدوات قطع خاصّة.

ـ 2.30 : تستخدم صفائح القص عادة ، في وصل القطع الخشبيّة ، إلى عناصر المنشآت المعدنيّة.

الشكل (٣٠ ـ ٣ ـ آ) : يوضح الشكل صفيحة مستديرة مسننة من جانبيها.

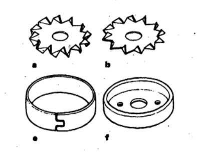
الشكل (٣٠ ـ٣ ـ ب) : يوضح الشكل صفيحة مستديرة مسننة من جانب واحد.

الشكل (٣٠ ـ٣ ـ جـ) : يوضح الشكل صفيحة مربعة الشكل مسننة من جانبيها.

الشكل (٣٠ ـ٣ ـ د) : يوضح الشكل صفيحة مربعة الشكل مسننة من جانب واحد.

الشكل (٣٠ ـ٣ ـ هـ) : يوضح الشكل صفيحة التثبيت مشقوقة الحلقة.

الشكل (٣٠ ـ٣ ـ و) : يوضح الشكل صفيحة القص.



الشكل (٣٠ ـ٣) : يوضح الشكل أنواعاً من الموصلات المعدنية.



